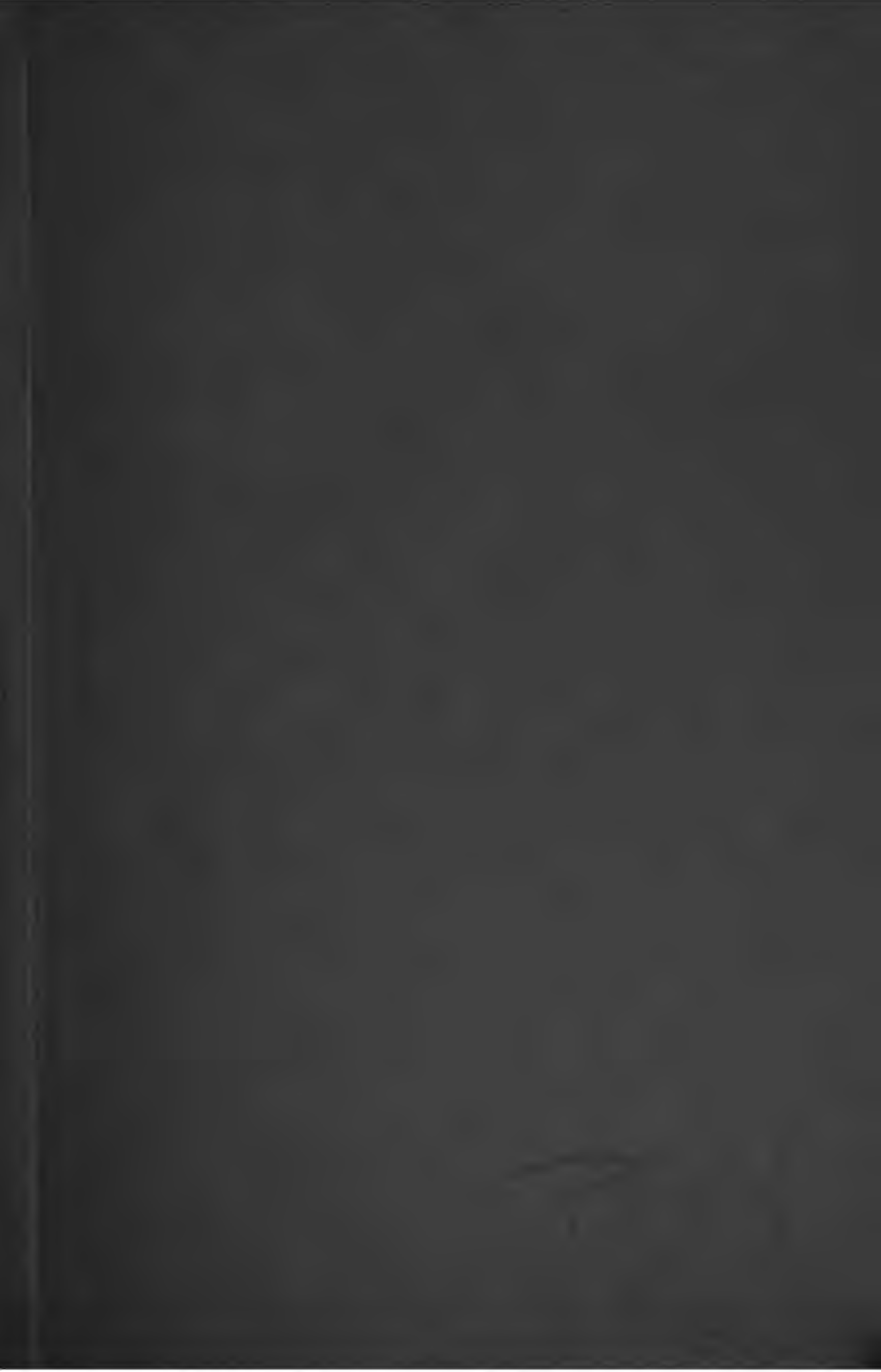
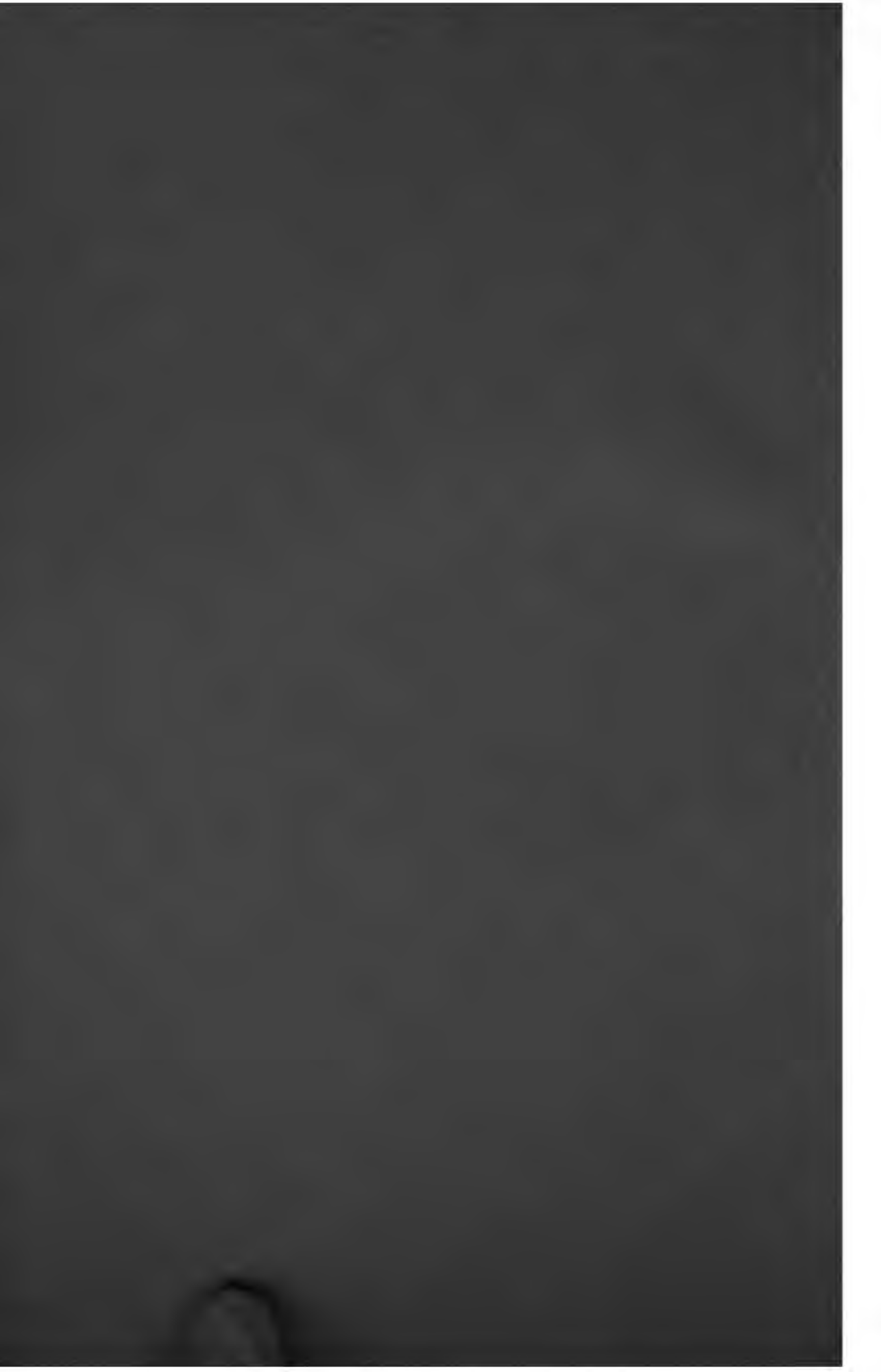
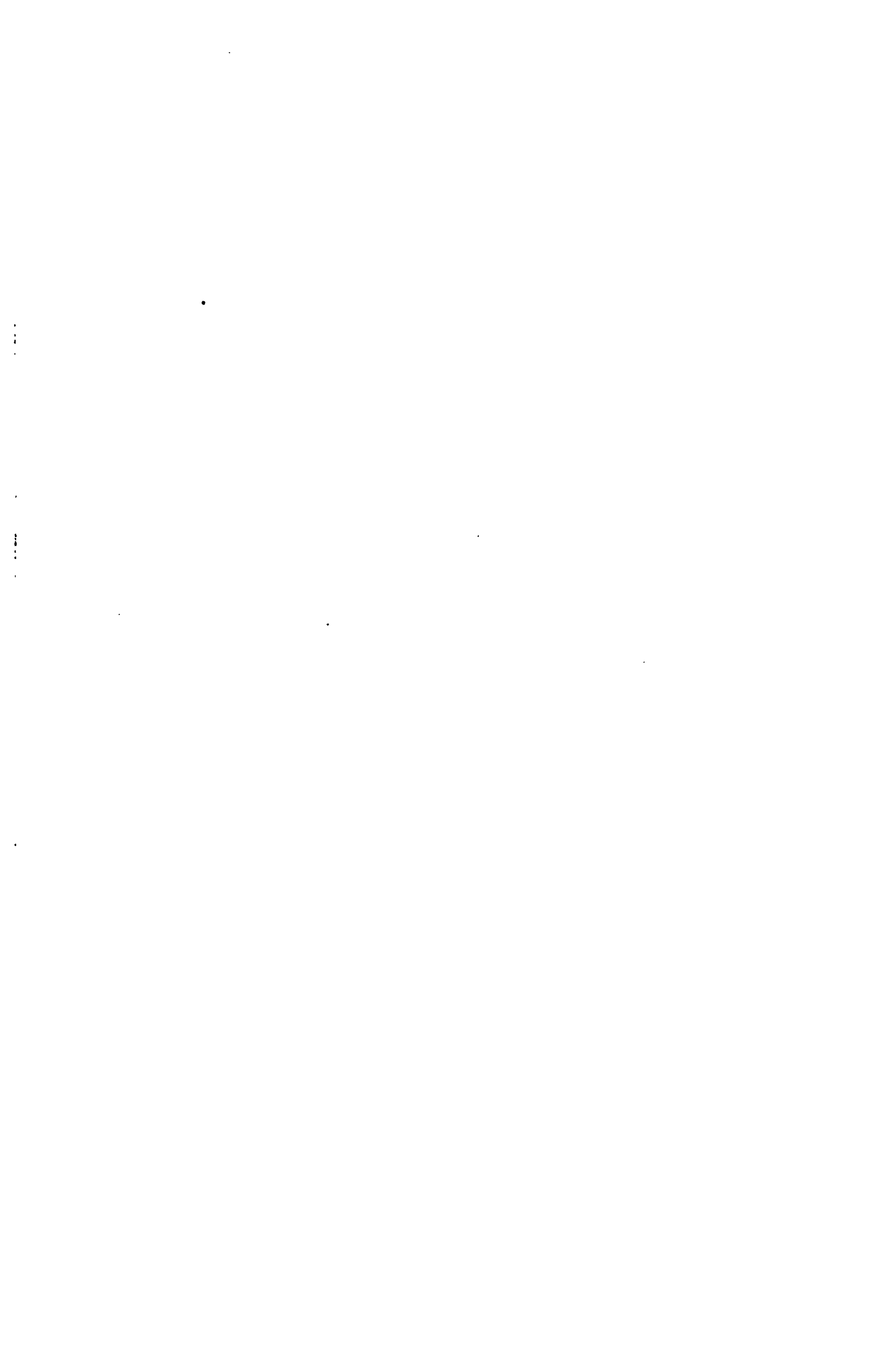
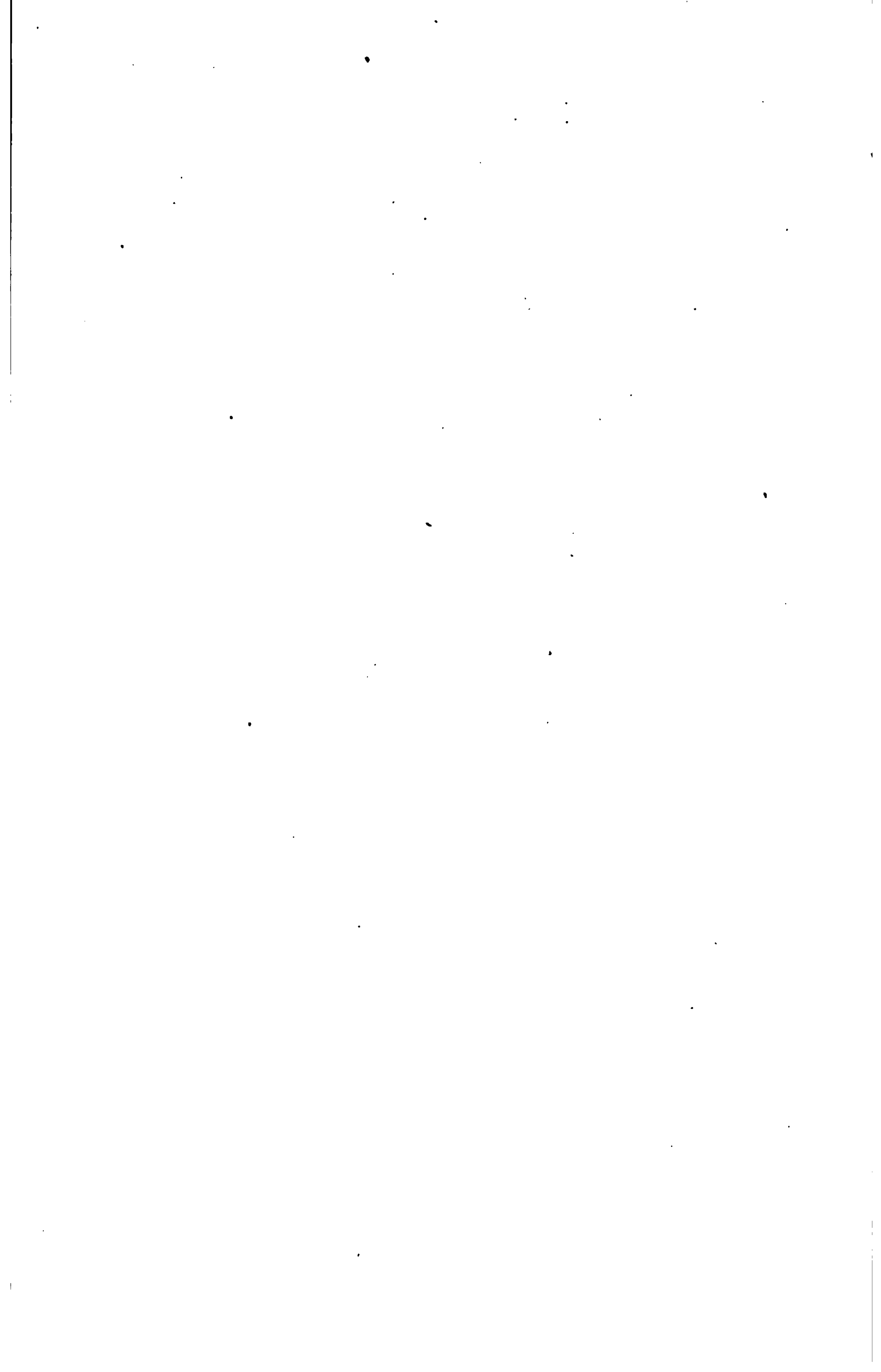












Über das Prinzip
der allgemeinen Gravitation
und die
vollständige analytische Lösung
des Problems der drei Körper.

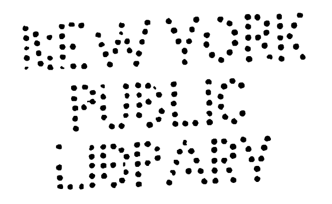
Auszug aus einer Studie

über

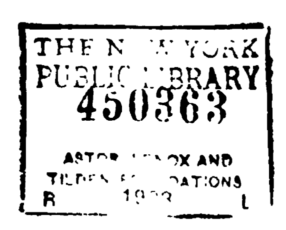
Probleme der theoretischen Astronomie
und theoretischen Physik

von

C. Alanda,
i. e. r. gt. n. i.



Wien, Teschen, Leipzig.
Druck und Verlag von Karl Prochaska.
1908.


THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
450363
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS

Inhalt.



Einleitung.

Nicht bloß Ideen und Vorstellungen, sondern eine ziemlich bedeutende Anzahl ziffermäßig durchgeführter Untersuchungen liegen der nachfolgenden Abhandlung zu Grunde, welche hinsichtlich der sogenannten Planetentheorie, die im allgemeinen auf dem Prinzip der Massenanziehung aufgebaut ist, teils einige neue Gesichtspunkte, teils bestimmte Fragen vorführt beziehungsweise aufwirft, vor allem aber darlegt, daß das berührte Prinzip der gegenseitigen Massen-Attraktion kosmischer Körper nicht zu Kraft bestehen kann.

Der Beweis hiefür sowie auch für die wahre Bewegung der Erde und des Mondes um die Sonne, oder jener für eine zutreffende und daher richtige analytische Lösung des Problems der drei Körper, steht ganz und gar auf dem Boden der Analysis, welcher eine so klare, bestimmte Sprache und Argumentation eigen ist, daß jedweder Kommentar entfallen kann.

Es lag darum auch nahe, philosophische und metaphysische Betrachtungen und Erörterungen zu meiden, um so mehr, als man hinsichtlich derselben nie jene Einheitlichkeit der Anschauungen und Begründungen erwarten kann, wie man derselben im allgemeinen auf dem Gebiete der Naturwissenschaft, im speziellen auf dem Gebiete der exakten Wissenschaft, insbesondere aber auf jenem der theoretischen Physik zu begegnen gewöhnt ist. Diese Erwägung gestaltet sich noch ernster, ist man selbst nicht auch Philosoph und sonach auch nicht in die noch heute bestehende, wenn auch wesentlich modifizierte Esoterik der Philosophie eingeweiht. Es handelt sich aber darum, dafür zu plädieren, daß eine These, jene über die gegenseitige Massenattraktion aller kosmischen Körper, aufgegeben, hingegen eine Hypothese, jene über den Sonnen- oder Weltäther, zur These erhoben werde. Birgt auch die theoretische Physik für den Bestand des Äthers mehr Beweise in sich als für jenen einer Massenattraktion, so ist es aber doch nicht möglich, in dieser Hinsicht das Gebiet menschlicher Ideen und Vorstellungen ganz beiseite zu lassen. Die Schöpfung, unsere Welt, ist und bleibt ein Rätsel. Sie weckt aber im Menschen Ideen, und letzterer versucht an Hand derselben das Rätsel wenigstens teilweise zu lösen. Die Geschichte lehrt ferner, daß in diesem Bemühen die Ideen selbst sich modifizieren und daß eben hierin der Fortschritt unseres Wissens liegt.

Wir wissen, was unter „Gewicht“ zu verstehen ist, wie wir dasselbe festgesetzt haben und jeweilig ermitteln können. Wir definieren das Gewicht durch die Masse und Schwere und letztere soll eine Folge der Massenattraktion sein. Ist aber eine Masse ohne Schwere überhaupt denkbar? Ist die Schwere wirklich nur vom Begriff Massenattraktion herzuleiten? Die Physik kann die Schwere und ihre gesetzmäßigen Wirkungen nur zunächst unserer Erdoberfläche an Hand des Experimentes beweisen und weiters demonstrieren, daß alle Materie tatsächlich der Schwere unterliegt. Eine Attraktion der Massen hat sie nie bewiesen, sie lehrt aber dieselbe. Man sieht, daß man es mit Tatsachen zu tun hat, denen nicht bestimmte Gründe, sondern nur Ideen oder Vorstellungen unterschoben sind, die sich durch den Hinweis darauf, daß im Kosmos alle Materie tatsächlich gegen irgend ein Massenzentrum gravitiert, äußerst bestechlich gestalten. Die Schwere läßt sich aber auch aus der Kontraktion der Massen und letztere wieder aus der Verdichtung und Abkühlung der Materie herleiten, wobei Ursachen anderer Natur in den Vordergrund treten müssen. Sie hängt endlich auch von gewissen dynamischen Größen, also von Bewegungsverhältnissen ab.

Das Streben nach Erkenntnis des letzten aller Gründe für die Schwere kann dereinst ans Ziel gelangen. Insolang dies aber nicht der Fall ist, dürfte es ratsam sein, dort, wo man nicht weiter vordringen kann, einen Haltepunkt zu verzeichnen, wie dies auch Newton tat und noch näher dargelegt werden soll. Einige glaubten aber, über Newtons Ansichten hinausgehen zu müssen, und diese letzteren haben, so sehr ihre Leistungen fast Bewunderung erwecken mögen, eine nicht zu verkennende Verwirrung in die exakteste aller Wissenschaften, in die theoretische Physik, hineingetragen. Daß man es in den berührten Fragen nicht gar so genau nimmt, das läßt sich damit belegen, daß meist nicht allein das Prinzip der Massenattraktion, welches eigentlich gar nicht von Newton herrührt, sondern auch dessen eigentliches Prinzip, das Gravitationsprinzip, also alles in Bausch und Bogen bezweifelt und angegriffen wird.

Wir geben uns nicht dem Glauben hin, es könnte uns vollständig gelingen, was bisher vielen nicht gelang, und noch weniger sind wir der Ansicht, das meiste wäre neu und zudem erschöpfend und ganz einwandfrei dargelegt.

Das bereits hinreichend gekennzeichnete Thema bietet nun gleichzeitig einen vortrefflichen Anknüpfungspunkt sowohl an die Analysis als auch an die Philosophie im weitesten Sinne des Wortes, d. i. als Wissenschaft über allen Wissenschaften stehend. Man braucht den Betrachtungen über Philosophie und Metaphysik aus dem schon zuvor erwähnten Grunde sowie

ihrer mehr aphoristischen Behandlung halber kein besonderes Gewicht beizulegen, sie werden aber manches Streiflicht nnd manchen Gesichtspunkt wahrnehmen lassen, deren Vervollständigung, wenn auch nicht mühelos, so doch nicht ganz undankbar wäre.

Daß auch die Metaphysik Kants in Diskussion gezogen wird, das wird noch mehrfach gerechtfertigt werden. Der wesentlichste aller Gründe hiefür liegt jedoch darin, daß die Lektüre Kants auf die vorliegende Arbeit nicht ohne Einfluß war, wenn auch derselbe häufig nur indirekt zum Ausdruck gelangt.

Die Philosophie erstreckt sich bekanntlich auf zwei Gebiete der Erfahrungswelt, auf Natur und geistiges Leben. Die älteste Philosophie der Griechen war Naturphilosophie und die stete Entwicklung derselben hätte diese Philosophie in den Naturwissenschaften und umgekehrt diese in jener aufgehen lassen müssen. Aber schon in dieser ältesten Philosophie trat frühzeitig je nach den Zielen, welche ihr gesteckt wurden, insbesondere aber durch die Frage nach den inneren Gründen der Weltentwicklung eine mehrfache Spaltung ein. Neben einer im allgemeinen einheitlichen, jedoch streng gegliederten Naturwissenschaft bestehen gar viele Philosophien, die ihrer Strömung oder Richtung nach, man könnte aber ebensogut sagen, die je nach ihren Ausgangspunkten (Prämissen) gruppiert oder geschieden werden, wobei man aber nicht zu gewissenhaft vorgehen darf. Denn diesfalls dürfte der Ausspruch, die Gegensätze berühren sich, mehr als sonstwo Geltung besitzen. Für den Menschen ohne Geist könnte es offenbar keine Natur geben und man sollte daher vor allem nicht trennen, was nicht zu trennen ist.

Der der neuesten Zeit angehörige Positivismus fordert die Betonung der demselben zu Grunde liegenden Prämissen und er baut somit auf einer gekennzeichneten, der Naturwissenschaft verwandten Basis auf. Eine solche begrenzt aber das Gebiet der Ideen und Vorstellungen ganz wesentlich und das verstößt gegen die Ansicht, der Philosophie müsse das fast unbegrenzte Gebiet der Gedanken und Ideen als geistiges Evolutions- und Operationsfeld vollkommen offen stehen. Der seit Platon und seinem Schüler Aristoteles herrschende Widerstreit oder Gegensatz, jener zwischen Idealismus und Realismus, ist trotz der Länge der Zeit noch nicht ausgetragen und er wird wohl auch nie zur Ruhe gelangen, insolang das Verhältnis des Menschen zur Natur von einem dualistischen Standpunkt aus behandelt wird und wohl auch behandelt werden kann.

Man kann es gewiß nicht unbedingt verneinen, daß es nicht an Versuchen gefehlt hätte, zwischen beiden genannten Richtungen zu vermitteln. Ob auch Kant dies anstrebte, darüber muten wir uns kein maßgebendes

Urteil zu. In seiner Kritik der reinen Vernunft versucht er aber die Grenzen des menschlichen Erkenntnisvermögens festzustellen, also einen Standpunkt einzunehmen, der zwischen der in gewissem Sinne doch gegrenzten realen Sinneswelt und dem Menschen als vernunftbegabtes Wesen, oder auch hinsichtlich seiner Vorstellungen und Ideen über die äußere Sinneswelt vermitteln könnte. Die Ansichten Kants über Metaphysik sind auch bereits von den ersten großen Errungenschaften der seit ihrer Renaissance mächtig aufstrebenden positiven Wissenschaft durchsetzt und beeinflußt. Mit Rücksicht auf den damaligen nnd gegenwärtigen Stand der letzteren gelangt man zwar mitunter zu anderen, damals jedoch noch nicht zu ahnenden Konklusionen, aber auch zu Reflexionen, welche die Bedeutung Kants und den Nutzen, ihn zu lesen, von einer anderen Seite zu beleuchten gestatten, und welche vollends geeignet sind, die großen Fortschritte, welche die Physik seit Kants Zeiten zu verzeichnen hat, in ihr verdientes Licht zu stellen.

Es muß ansdrücklich betont werden, daß man heute in wissenschaftlichen Fragen alle Metaphysik abweist, wie dies ja auch die Neukantianer tun, und daß somit ein Zurückgreifen auf die Metaphysik Kants leicht eine Deutung erfahren könnte, als würde das Bedürfnis, Kritik zu üben, jede andere und bessere Überlegung zurückgedrängt haben.

Die Leistungen eines anerkannt großen Geistes und tiefen Denkers können durch Betrachtungen, zu welchen er selbst anregt, wohl nicht an Wert verlieren, eher nur gewinnen. W:r sollte Kant gelesen haben, ohne hiebei gleichsam einen geistigen Gärungsprozeß durchgemacht zu haben und ohne heute zu mancher anderen Anschauung zu gelangen? Beleuchtet denn Kant nicht selbst die Unsicherheit des Bodens in Hinsicht auf alle Fragen, deren Untersuchung Gegenstand der Metaphysik sein soll? Möge man also nicht an Kritik und Polemik denken, obschon die Gegenüberstellung von Betrachtungen, die nicht mehr auf demselben Boden stehen, von diesen beiden Begriffen kaum mehr zu unterscheiden ist.

Die Fortschritte auf dem Gebiete der Naturwissenschaft haben stets auch die Ausgangspunkte und Ziele der Philosophie beeinflußt. Die Geschichte lehrt auch, daß es zumeist Ärzte, also Physiker waren, welche dem Gärungsprozeß auf philosophischem Gebiete die stärksten Fermente zuführten. Jede der vielen Philosophien ist zunächst schon aus rein menschlichen und individuellen Gründen mehr subjektiver und selbst die Naturwissenschaft nur in Ansehung ganz bestimmter Probleme ausgesprochen rein objektiver Natur. Die Naturwissenschaft steht den dringendsten Fragen und täglichen Sorgen des Menschen weit näher. Die Anbahnung gesunder und vernünftiger Anschauungen über die reale Welt wird in rationeller Weise nur von der Naturwissenschaft betrieben, die zu dem auch nach Popularisierung strebt. Die

Naturwissenschaft fordert für die Richtigkeit ihrer Erkenntnisse Beweise; die eigentliche Wissenschaft stützt sich daher auch auf solche, und ihre Beweisführung ist meist in solcher Weise möglich, wie sie betreffs der Beantwortung metaphysischer Fragen nicht leicht denkbar ist. Denn in dieser Hinsicht ist jeweilig mit der These auch die Antithese formuliert, und wenn die Prämissen für die eine und die andere nicht ihrer Totalität nach bekannt sind, ist eine sichere und einwandfreie Entscheidung zwischen beiden unmöglich.

Diese und noch manche andere sich selbst aufdrängende Gesichtspunkte wird man sich im folgenden wohl vor Augen halten müssen.

Möge daher diese kurze Abhandlung und ihr Zweck jene nachsichtige Beurteilung erfahren, auf die menschliches Wissen nnd Können überhaupt angewiesen sind, insbesonders aber dann, wenn man den ausgetretenen Pfad verläßt, um zu neuen, von anderen allerdings schon längst geahnten Aspekten zu gelangen.

Die Wissenschaft ist weder das Werk eines Momentes noch eines einzelnen. Das „Sichbesinnen" des einzelnen währt eine viel zu kurze Zeit und ein Fortschritt wäre nicht denkbar, wäre man angewiesen, in allem stets vom neuen an zu beginnen und alles aus sich selbst heraus zu entwickeln. Das gilt auch für die Philosophie, die sich weit mehr auf Autoritäten stützt als die Naturwissenschaft, und hierin liegt auch ein Menetekel dafür, daß man leicht auch auf unzutreffender Basis fortbauen und zu Konklusionen gelangen kann, die selbst mit den Rudimenten unseres Wissens nicht mehr in Einklang gebracht werden können. Ist ein Prinzip der Naturwissenschaft bewiesen, dann vergißt sie wohl auch nicht des Urhebers, aber die Hauptsache liegt doch immer in den aufgedeckten, unzweifelhaft konstatierten Wechselbeziehungen oder Relationen. An diesen, als bewiesenen Prinzipien, wird daher auch nichts mehr zu bessern sein, mag die Wissenschaft, da sie noch lange nicht am Ende ihres steilen Weges angelangt ist, auch einem fortgesetzten Wandel unterliegen. Dieser letztere scheint aber vornehmlich darin bestehen zu sollen, daß hinsichtlich einer ganz stattlichen Reihe von Prinzipien oder auch Gesetzen, welche die Naturwissenschaft bereits festgestellt hat, endlich eine Generalisation eintreten sollte, welche rücksichtlich der von der Wissenschaft bisher befolgten Methode der Induktion sich zu einer solchen höherer Ordnung gestalten würde. Es scheint nun wieder der Analysis, welche man allgemein nur der Zergliederung für fähig hält, vorbehalten zu sein, Konzeptionen anzubahnen, die betreffs des größten Problems der Physik, der sogenannten Planetentheorie, einen großen Fortschritt bedeuten würden.

Man ist in dieser Beziehung, die wohl erst am Schlusse unserer Abhandlung deutlich vor Augen treten wird, gerade so wie Newton, auf spezifisch astronomische Daten angewiesen, und diese können gegenwärtig

nicht vollkommen genau sein, nachdem die Bewegungen innerhalb der sekundären Systeme, welche die Erde mit ihrem Mond und die oberen Planeten mit ihren Monden darstellen, nicht genau in jener Weise vor sich gehen, wie sie den Berechnungen der Planeten- und Mondtafeln (Ephemeriden) zu Grunde gelegt ist.

Der Leser kann es vorziehen, die folgenden Ausführungen erst zum Schlusse reiflich in Erwägung zu ziehen. Wenn dieselben aber dennoch schon hier aufgenommen wurden, so geschah dies nur, weil in denselben eine die ganze Arbeit durchziehende, also leitende Idee liegt, welche die Planetentheorie auf die Grundgleichungen für die gleichförmige Bewegung im Kreise zurückführt, wodurch sich erst die wahren Gründe, Ursachen und Wirkungen für die elliptische und ungleichförmige Bewegung ergeben.

Wenn sich die in einem Punkt konzentriert gedachte Masse m auf dem Kreise vom Halbmesser r mit der sekundlichen Winkelgeschwindigkeit μ bewegt, so ist die Zeit, in welcher die volle Kreisbahn durchlaufen wird, durch

1) $t = \frac{360^0}{\mu}$ und die bezügliche Geschwindigkeit durch

2) $v = \frac{2 r \pi}{t}$ gegeben.

Sieht man, was im Prinzip vollkommen zulässig ist, die Bewegung der Planeten um die Sonne auch als eine gleichförmige Bewegung im Kreise an, so wird diese Bewegung dazu benützt, um aus derselben, fast ohne sich dessen recht bewußt zu sein, unter Zugrundelegung des dritten Gesetzes Keplers den Begriff der Schwere im allgemeinen, daher auch im kosmischen Sinne herzuleiten. Muß man sich aber nicht fragen, mit welchem Rechte und zu welchem Zwecke? Und verdienen diese Fragen nicht eine besondere Beachtung, da ihre Beantwortung oder die Demonstration der Wirkung der Schwere auf alle Planeten nur auf geometrischen und durchaus nicht auf physikalischen Gründen beruht?

Es ist eine etwas langweilige Sache, sich in rudimentäre Auseinandersetzungen einzulassen, allein dies ist, wie eben berührt, notwendig und wir können nur die Rücksicht üben, uns tunlichst kurz zu fassen.

Nach dem Gesetze der Fliehkräfte wird

3) $N = m r \mu^2$ als die Zentrifugalkraft definiert, welche der ihr gleich großen, jedoch in entgegengesetzter Richtung wirkenden Zentripetalkraft das Gleichgewicht hält, wenn die Masse m unter den oben angeführten Bedingungen den Kreis mit gleichförmiger Geschwindigkeit durchläuft. Man

kann die Größe dieser beiden Kräfte auch experimentell ermitteln. Hiebei muß aber die Masse m mit dem Zentrum des Kreises fest, ja sogar ausreichend fest verbunden sein, und da die Masse m zudem auch noch der terrestrischen Schwere unterliegt, so ist das bezügliche Experiment offenbar ein spezifisch terrestrisches.

Die Größe $r\,\mu^2$ läßt sich aus der gleichförmigen Bewegung im Kreise auf verschiedene Weise herleiten. Sie stellt die Geschwindigkeit oder den Weg dar, welchen die Masse in jeder Zeitsekunde in der Richtung des Halbmessers zurücklegt. Bezeichnet man diesen Weg mit γ, so ist

$\gamma = \frac{v^2}{r}$ oder auch $\gamma_{,} = \frac{r^2\,\mu^2}{r}$, da nach 1) und 2) v^2 nicht gleich $r^2\,\mu^2$ sein kann. Es besteht also in den Resultaten ein Unterschied, wenn man mit Umfangs- (Peripherie-) und nicht mit Winkelgeschwindigkeiten rechnet.

Wir werden deshalb die Bewegung der Planeten und Monde prinzipiell vom Standpunkt der Drehbewegungen behandeln und sonach fast ausschließlich mit Winkelgeschwindigkeiten rechnen.

Man stellt sich ferner vor, $r\,\mu^2$ würde im allgemeinen der sogenannten Fallbeschleunigung entsprechen. Ist d der Äquatorialhalbmesser der Erde, λ die sekundliche Winkelbewegung derselben um ihre Achse, g die Fallbeschleunigung auf der Erdoberfläche, so findet man, daß $d\,\lambda^2$, rund genommen, 11mal so groß ist als g, und eine weitere Überlegung führt dazu, daß die Fliehkraft $m\,d\,\lambda^2$ mit dem Gewichte $m\,g$ als Zentripetalkraft nicht im Gleichgewicht steht, wenn die Masse m am Äqutor der Erdoberfläche frei aufliegt; denn sie übt trotz ihrer Fliehkraft den Schwerdruck $m\,g$ aus. Dieser letztere Druck rührt offenbar daher, weil die feste Erdoberfläche ein Hindernis für die Fortsetzung der Fallbewegung der Masse gegen den Erdmittelpunkt zu bildet, möglicherweise aber auch daher, daß die rotierende Erdoberfläche der Masse m eben auch die Winkelgeschwindigkeit λ mitteilen muß. Diese Vermutungen werden sich noch bestimmter gestalten. Wir müssen daher auch an die Geduld des Lesers appellieren, wenn zunächst betreffs der Schwere ganz allgemeine Gesichtspunkte hervorgekehrt werden, die zwar sehr nahe liegen und selbst auch bekannt sind, jedoch durchwegs dafür sprechen, wie wenig alle wissenschaftlichen Betrachtungen über die Schwere uns zu befriedigen vermögen. Daß die Beschleunigung g, wenn die Masse m ihre Fallbewegung etwa in einem zum Erdmittelpunkte abgeteuften Schachte fortsetzen könnte, an Intensität abnimmt, dafür stützt man sich auch auf die nicht bewiesene Massenattraktion. Einschlägige Pendelversuche sind aber so gut wie resultatlos geblieben. Man könnte in letzterer

Beziehung wohl mannigfache Schwierigkeiten ins Treffen führen; allein wir können hierauf sowie überhaupt auf Subtilitäten nicht eingehen, denn von magnetischen und ähnlichen Störungen der Pendelbewegung im Erdinnern (auch infolge der daselbst geringeren Intensität der Achsendrehung der Erde) abgesehen, liegt die Ursache der erwähnten Resultatlosigkeit doch nur darin, daß die Schwere nicht als eine direkte Folge der Massenattraktion hingestellt und bewiesen werden kann.

Mit dem dritten Gesetze Keplers liegt nichts weniger als bloß ein geometrisches, sondern auch ein dynamisches Prinzip vor, und die Schwere läßt sich teils durch eine entsprechend vehemente Bewegung aufheben, teils durch Wärme und Abkühlung in Hinsicht auf das Volumen der Masse modifizieren (spezifische Dichte).

Wenn sich sonach die schweren Planetenmassen um die Sonne im Prinzip in Kreisen bewegen und hiebei nicht zur Sonne stürzen, so müssen sie in ihren Kreisen in der Richtung gegen die Sonne zu auf entsprechende Widerstände stoßen und diese können nicht rein geometrischer Natur sein wie die Herleitung der Intensität der Zentripetal- und der Fliehkraft.

Wäre die Schwere, im speziellen die Fallbeschleunigung, nur eine Folge der Massenanziehung, dann müßte, um mit Protagoras zu reden, die Beschleunigung g das Maß aller Dinge sein, sofern es sich um den Kosmos handelt. Das ist aber auch nicht ganz unbedingt der Fall. Denn man kann sich die Masse der Erde ungeändert, ihre Achsendrehung aber gesteigert denken. Vermöge der ersteren Voraussetzung muß g ungeändert bleiben, vermöge der zweiten Voraussetzung müßte sich aber das Maß unserer Zeiteinheit und damit schon dieserwegen g dennoch ändern, abgesehen, daß letzterer Wert auch schon mit dem Begriffe der Längen- oder Wegeinheit zusammenhängt. Die Abnahme von g mit einer Zunahme der Achsendrehung der Erde lehrt auch die Physik und die Mechanik und diese Lehre ist gewiß einwandfrei. Aber wir haben damit bereits in das große Wespennest des Relativismus hineingestochen, und die Hauptsache liegt darin, daß die Intensität der Schwere nicht allein von der Massenattraktion und von der Entfernung vom bezüglichen Attraktionszentrum der Masse abhängig sein kann. Die Intensität der Schwere ist also ein sehr relativer Begriff, u. zw. gerade so wie alle Begriffe der Physik und der korrespondierenden Maßeinheiten, wie z. B. hinsichtlich der Begriffe spezifisches Gewicht, elektrische Menge, magnetische Masse, Kalorie u. dgl. m., ja auch selbst schon betreffs des Begriffes „Masse".

Ganz und gar gilt dies auch hinsichtlich der Begriffe und Vorstellungen auf dem Gebiete der Dynamik, und wir müssen zu diesem Zwecke wieder

auf einige rudimentäre Betrachtungen eingehen, weil sie für die Folge von großem Nutzen sein dürften.

Wir wollen zunächst die gleichförmige und geradlinige Bewegung in Betracht ziehen.

Wird der Masse m, diese der Einfachheit halber wieder als materieller Punkt gedacht, durch eine Kraft P nach irgend einer Richtung die Geschwindigkeit v erteilt, so lehrt die Physik, daß

1) $P = m\,v$ ist. Die Momentankraft P wird also durch die sogenannte Bewegungsgröße $m\,v$ gemessen.

Die Größe $\frac{m\,v^2}{2}$ nennt man die lebendige Kraft, auch die kenetische Energie der Masse m.

Sind, wie dies hier vorausgesetzt ist, Kraft und Weg gleichgerichtet, und hat die Masse m bei der Geschwindigkeit v in der Zeit t den Weg $t\,v = s$ zurückgelegt, so wird die hiebei geleistete Arbeit durch

2) $A = P\,s$ ausgedrückt.

Der Gleichung 1) liegt die Vorstellung zu Grunde, daß, sofern von Bewegungswiderständen abgesehen wird, die geradlinige Bewegung mit der Geschwindigkeit v endlos sei. Infolgedessen wäre auch der Weg s und mit diesem nach 2) auch die geleistete Arbeit

$A = P\,\infty$, d. h. also unendlich groß. Aus dieser Betrachtung folgt das Prinzip von der Unzerstörbarkeit einer Kraft oder auch einer Kraftäußerung überhaupt. In diesem Prinzip liegt aber, selbst wenn von jedwedem Bewegungswiderstand abgesehen wird, ein scheinbarer Widerspruch in analytischer Beziehung. Denn eine endliche, richtiger gesagt, eine nicht unendliche große Kraft soll eine unendlich große mechanische Arbeit leisten, mag hiebei infolge der Größe der bewegten Masse deren Geschwindigkeit auch sehr klein ausfallen.

Die Ursache für diesen Widerspruch liegt darin, daß in der Gleichung 1) nicht die Totalität aller realen Bedingungen zum Ausdruck gelangen kann. Die Gleichung 1) ist hypothetischer Natur, und will man dies etwa noch anders sagen, so setzt sie Maßeinheiten für den Vergleich von Bewegungsintensitäten und die Gleichung 2) für den Vergleich von geleisteten mechanischen Arbeiten fest.

Eine geradlinige Bewegung kommt in der Natur gar nicht vor, weil alle Massen der Schwere unterliegen. Auch der vom Turme herabfallende Stein beschreibt im Raume bekanntlich keine geradlinige Bahn. Eine solche kommt, von allen sonstigen Bewegungen abgesehen, nur gewissen Maschinenbestandteilen zu, wenn sie mit den notwendigen Führungen versehen sind.

Das eigentliche Gebiet der Dynamik erstreckt sich daher vorwiegend auf krummlinige, insbesondere aber auf Drehbewegungen.

Eine Ergänzung der vorstehenden Betrachtung wird sich übrigens noch in der Folge von selbst ergeben, namentlich vom Standpunkt der Energetik. Doch sei hier nochmals betont, in der Natur gibt es keine Masse, und sei dieselbe noch so klein, welche von Kräften frei wäre.

Daraus entspringt auch die Erklärung dafür, daß wir uns schlechtweg eine ununterbrochene Bewegung nicht ohne fortgesetzte Einwirkung einer Kraft vorstellen können.

Die kreisförmige Bewegung wird von der Analysis nach denselben, eben charakterisierten Prinzipien behandelt wie die geradlinige Bewegung, und in diesem Sinne ist die Gleichung

$P = m r \mu$ mit jener 1) identisch, wenn wir den Weg $r \mu$ stets als Bogen rechnen und von einer Rektifakation desselben absehen, sofern nur Verhältnisse zwischen Drehbewegungen in Betracht kommen.

Wirkt auf dieselbe Masse m gleichzeitig eine zweite Momentankraft P_1 in anderer Richtung ein und ist letztere jener der ersteren Kraft P nicht gerade entgegengesetzt, dann tritt die bekannte Theorie des Kräfteparallelogramms in Kraft, um Richtung und Intensität der resultierenden Bewegung zu bestimmen. Hiebei gilt nun auch der Satz, daß die bezüglichen Geschwindigkeiten v und v_1 den Kräften P und P_1 proportional sind. (Parallelogramm der Geschwindigkeiten.)

Daraus kann man umgekehrt schließen: Wenn hinsichtlich einer geradlinigen und gleichförmigen Bewegung die Geschwindigkeiten nach zwei gegebenen Richtungen bekannt sind, dann kann man auch die Intensität der Kraft, welche nach jeder dieser zwei Richtungen wirkt, bestimmen.

Obwohl nun, wie kurz zuvor erwähnt, sowohl die geradlinige als auch die kreisförmige Bewegung auf denselben mathematischen Prinzipien beruhen, so liegen die Verhältnisse für die letztere Bewegung und die Bestimmung ihrer Kraftkomponenten nach zwei Richtungen doch etwas anders und sie verdienen ins Auge gefaßt zu werden.

Beträgt, wie früher angenommen, die Geschwindigkeit in der kreisförmigen Bahn (oder der in der Sekunde zurückgelegte Bogen) $r \mu$, der in derselben Zeit in der Richtung des Radius und gegen das Zentrum zu zurückgelegte Weg (die bezügliche Geschwindigkeit) $r \mu^2$, so gibt im Vergleiche zur geradlinigen gleichförmigen Bewegung das Verhältnis dieser Geschwindigkeiten

$\frac{r \mu}{r \mu^2} = \frac{1}{\mu}$ nicht wieder das Verhältnis zweier Kräfte oder

Geschwindigkeiten, sondern einen Winkel,*) vielmehr den reziproken Wert desselben. Der Winkel μ ist nämlich sehr klein, kleiner als Eins. Übrigens kann man auch

3) $\frac{r\,\mu^2}{r\,\mu} = \mu$ schreiben.

Diese Gleichung gibt also eine spezifisch geometrische Definition, welche ganz im Sinne der Wirkung der Schwere besagt, daß die Richtung beider Geschwindigkeiten, jener in der Bahn und in der Richtung des Radius, sich von Sekunde zu Sekunde um den Winkel μ ändert, was ja hinsichtlich der jeweiligen Richtung des Radius selbst gilt. Die Größe $\frac{1}{\mu}$ wird übrigens noch näher definiert werden.

Während die Schwere eine beschleunigte Bewegung und somit eine Zunahme an Geschwindigkeit zur Folge haben muß, ist sie hier mit $r\,\mu^2$ als eine konstante Geschwindigkeit in Rechnung gezogen. Von einer Beschleunigung im Sinne der Schwere ist also absolut keine Rede und wir wollen darum auch über den Begriff „Parallelogramm der Beschleunigungen“ betreffs aller ungleichförmigen Bewegungen, die uns in Hinsicht auf die Vorgänge im Kosmos so sehr interessieren müssen, hinweggehen und nur bemerken, daß man in $r\,\mu^2$ im allgemeinen nur dieserwegen auch eine Beschleunigung erblickt, weil die Ursache dieser Beschleunigung durch die zuvor betonte kontinuierliche Richtungsänderung zum Ausdruck gelangt und so wie jede Beschleunigung (g) auch durch eine für die Zeitsekunde konstante Größe, durch die sogenannte Zentripetalbeschleunigung $r\,\mu^2$ ausgedrückt wird.

Die mathematischen Theorien sind richtig und unbezweifelbar. Aber sie sind eben auch relativer Natur, und das will und muß berücksichtigt werden, wenn man zu richtigen Resultaten und Anschauungen gelangen will. Hierauf werden wir an anderer Stelle noch zurückkommen, hier wollen wir einen zwar bekannten, doch wichtigen Gesichtspunkt hinsichtlich der Analysis und angewandten Mathematik hervorkehren. Sind dem Analytiker alle notwendigen Bewegungselemente, damit aber auch schon die Bahn, welche die bewegte Masse beschreibt, bekannt, so kann er so viele Gleichungen, besser gesagt, so viele Bedingungsgleichungen beziehungsweise Prämissen aufstellen, daß sich stets gewisse Größen bestimmen lassen, wenn eine gewisse Zahl aller Größen oder Elemente bekannt ist. Darin liegt Zweck und Ziel der Analysis. Sie müßte also aus ihren bezüglichen Relationen auch die bewegende und die bewegte Masse bestimmen können.

Der Analytiker klassifiziert und definiert die bewegenden Kräfte nur

*) Das ist wohl auch betreffs der Zusammensetzung der Kräfte nach dem Kräfteparallelogramm der Fall, jedoch nur in Bezug auf irgend eine gewählte Richtung.

in Bezug auf die Bahn und deren Gleichung, die ihm bereits vor Augen schwebt, und er kümmert sich wenig oder gar nicht um den Ursprung, um die Natur oder um das Wesen der Kräfte, denn dies ist, strenggenommen, eine Aufgabe des Physikers. Es können darum auch die Rechnungen hinsichtlich irgend eines Problems haarscharf stimmen, es können Ursachen und Wirkungen scheinbar im vollen Einklang stehen und somit plausibel erscheinen; ob man aber der Erkenntnis der wahren Ursachen, des Wesens der wirksamen Kräfte, nahe oder gar sehr nahe steht, das bleibt immerhin noch sehr fraglich.

Man kann hieraus nichts weniger als ein absprechendes Urteil über Mathematik, Analysis und Physik deduzieren, wohl aber ersehen, wie sehr diese Wissenschaften auf einander angewiesen sind.

Eine geradlinige und gleichförmige Bewegung, kombiniert mit einer gleichförmig beschleunigten Fallbewegung, gibt eine Parabel als Bahnkurve. Die Bewegung nach einer Kreislinie setzt aber außer einer konstanten Tangentialgeschwindigkeit eine konstante Zentripetalkraft oder konstante Zentripetalgeschwindigkeit, also keine ungleichförmige Zunahme des in zentripetaler Richtung zurückgelegten Weges voraus, wie sie dem Begriffe der Fallbeschleunigung zukommt, hingegen fordert sie eine unausgesetzte und konstante Richtungsänderung der Zentripetalkraft. Daß die Fallbeschleunigung, also scheinbar aufgehoben, nicht zur Wirksamkeit gelangen kann, wenn man auch die Bewegung der Planeten im Prinzip als eine gleichförmige Kreisbewegungen ansieht, hinsichtlich welcher von einer Beschleunigung absolut nicht die Rede sein kann, das muß gewiß einen Grund haben, und wenn sich die Planeten in Ellipsen um die Sonne bewegen, sich hiebei im Sinne der Schwere derselben bald nähern, bald aber auch der Wirkung der Schwere direkt entgegen bewegen und somit sich von der Sonne entfernen, so muß dies ganz spezielle Gründe haben, und zwar andere Gründe als jene, wie sie aus der gleichförmigen Kreisbewegung heraus und im besonderen aus dem Prinzip einer konstanten Massenanziehung entwickelt werden.

Wir attrapieren hiemit die Schule betreffs einer ihrer Lehren, und man muß eingestehen, daß man über die Planetenbewegung Betrachtungen anstellen kann, welche geeignet sind, die bezüglichen, rein konventionellen Lehren unserer Schule sehr zu bezweifeln.

Will man gegen diese konventionellen Lehren beziehungsweise Thesen ankämpfen, so ist man zunächst wieder auf das Gebiet der Ideen oder Vorstellungen angewiesen, wohl aber auch gleichzeitig darauf, darzulegen, daß andere, streng umschriebene Ideen den realen Verhältnissen besser ent-

sprechen und Rechnung tragen als die bisherigen. Auch ein Widerstreit zwischen Idealismus und Realismus.

Zu dem eben erwähnten Zwecke wurde versucht, ob es nicht, wie hinsichtlich der gleichförmigen geradlinigen Bewegung, möglich wäre, auch betreffs der elliptischen Planetenbewegung aus dem Verhältnis zweier Kräfte und der denselben proportionalen Geschwindigkeiten Richtung und Intensität einer Resultanten zu ermitteln, welche die Bwegung in einer geschlossenen Trajektorie, zunächst jene im Kreise, zur Folge hätte. Hiebei wurde auf die für den Raum gleiche Lichtgeschwindigkeit und auf die Bahngeschwindigkeit der Planeten gegriffen, denn für diese beiden Geschwindigkeiten sind Masse, Dichte und Oberfläche der Masse des Planeten stets dieselben und für das erwähnte Verhältnis sonach gegenstandslos.

Die bezüglichen höchst interessanten Resultate findet man am Schlusse der Abhandlung angeführt. Sie dürften dem Analytiker, Astronomen und Physiker gleich viel zu denken geben und, namentlich in astronomischer Beziehung entsprechend ausgestaltet, zu neuen Theorien führen.

Und nun noch eine kleine Bemerkung: Jede fortgesetzt wirkende Kraft stellt auch einen fortgesetzt dauernden Druck, also einen Bewegungsdruck dar. Die Bewegungsgröße $P = m v$ sowie jene $m r \mu$ und $m r \mu^2$ kann man sich also auch als Bewegungsdrucke vorstellen, wobei erstere dem von der Physik festgestellten Begriffe des Beharrungsvermögens einer bewegten starren Masse entspricht, oder auch der Bewegung einer Masse, die von allen Kräften frei ist, obwohl es im Kosmos nicht ein einziges Atom geben kann, welches nicht der Einwirkung irgend einer Kraft unterliegen würde. Ist die Bewegung weder geradlinig noch gleichförmig, so bezeichnet die Physik die Ursache für das eine wie für das andere als Kraft, und sie sagt dann, die Bewegung der bezüglichen Masse ist von Kräften beeinflußt. Auch diese Kräfte kann man sich als Bewegungsdrucke vorstellen. Ändert sich die Bahngeschwindigkeit $r \mu$, so ändert sich einfach auch das Beharrungsvermögen der Masse, und ändert sich die Größe $r \mu^2$, so auch der Druck in der Richtung des Vektors. Die eben berührten Vorstellungen sind bezüglich der gleichförmigen Kreisbewegung wohl gegenstandslos, weil weder $r \mu$ noch $r \mu^2$ einer Änderung unterliegt, aber sie sind bereits relativer Natur, auch allgemeiner, und sie stehen einer relativen Auffassung rein materieller Vorgänge viel näher, sofern die Bahnen aller kosmischen Körper vom Kreise abweichen und die Erkenntnis der bezüglichen Gründe eine Hauptaufgabe der Physik sein muß.

Unterliegt ein materieller, etwa kugelförmiger Körper an seiner Oberfläche irgend einem Drucke, so wird und muß sich derselbe nach innen zu fortpflanzen, wobei aber die Konstitution der Materie sehr von Belang sein wird, und eine ganz einfache und natürliche Überlegung an Hand der Lehren der Physik muß sofort daran erinnern, daß weder die Sonne noch die Planeten und Monde bloß aus der bezüglichen festgeballten Masse bestehen und bestehen können.

Die im Sonnenäther und infolge der Bewegung desselben sich bewegenden Planeten unterliegen sonach bestimmten Bewegungsdrucken, welche durch die Hüllen, Atmosphärenhüllen der Planeten, fortgepflanzt werden. Diese Drucke unterliegen aber wieder gewissen Schwankungen und sie sind solcher Natur und von solcher Intensität, daß sie hinsichtlich der Planeten deren ursprüngliche gleichförmige und kreisförmige Bewegung um die Sonne zur elliptischen gestalten.

In allen Untersuchungen über die dermalen gelehrte Planetentheorie ist man, wie nunmehr genügend klargelegt wurde, bemüßigt, an dem von der exakten Wissenschaft streng festgestellten Relativismus festzuhalten, und der einheitliche Zusammenhang in diesem Weltganzen reduziert sich damit auf die Aufsuchung und Konstatierung des Zusammenhanges im wissenschaftlichen Relativismus. In bezug auf den Begriff „Konstitution der Materie“, im weitesten Sinne des Wortes, ist und besteht aber in der materiellen und realen Welt nichts unbedingt und hievon können sich auch unsere Vorstellungen und Ideen über dieselbe nicht emanzipieren. Hinsichtlich einer intelligiblen Welt kann es sich also immer nur um die Bedingungen und um die Harmonie zwischen allen realen Vorgängen, Verhältnissen und den bezüglichen Ursachen, Wirkungen sowie um eine richtige Vorstellung über dieselben handeln.

Sagt man, es ist so und es kann nicht anders sein, wie z. B. hinsichtlich des Prinzips der allgemeinen Gravitation als Folge der Massenattraktionen, so steht man auf dem Standpunkt eines Dogmas. Sagt man, es kann, aber es muß nicht unbedingt so sein, dann betritt man das Gebiet der Forschung, also wohl jenes der Wissenschaft, die sich nie dazu berufen fühlen kann, bloß zu dogmatisieren. Letzteres will die Wissenschaft gewiß vermeiden, geradeso wie jeden Irrtum, und wenn sie hinsichtlich einer bestimmten Frage oder auch Ursache nicht völlig im klaren ist, so flüchtet sie dieserwegen eben zur Hypothese. Das seit seiner Einführung — von einer Entdeckung kann man nicht reden — fortgesetzt bezweifelte Prinzip

der Massenattraktion wird aber als These und noch dazu als eine analytisch begründete These hingestellt. Das eigentliche Prinzip Newtons, das Gravitationsprinzip, ist geradezu selbstverständlich, nachdem jede Masse der Schwere unterliegt, es wird aber als eine Entdeckung, noch dazu auf rein synthetischem Wege zustande gekommen, bezeichnet. Newtons Prinzip und auch jenes über die Massenattraktion konnte aber bisher weder physikalisch noch analytisch bewiesen werden. Wo und wie besteht da ein Zusammenhang zwischen Analysis und Synthesis, zwischen einem streng objektiven Urteil und seiner analytischen Begründung oder Beweisführung? Steht denn die Synthese plötzlich und nur hinsichtlich eines einzigen Prinzipes über der Analysis? Wären und sind gewisse Erkenntnisse möglich, müßten wir gewisser Instrumente, damit auch der Analysis, entbehren?

Die beiden Grundpfeiler der theoretischen Physik sind das Experiment und die Analysis. Beide sind an und für sich über jeden Zweifel erhaben, rücksichtlich des Experimentes muß aber doch die Bedingung gestellt werden, daß man dasselbe seiner Totalität nach vollkommen beherrscht, eine Bedingung, die hinsichtlich des großen Experimentes, welches die Natur in der Bewegung aller kosmischen Körper uns vor Augen führt, kaum als schon vollkommen erfüllt betrachtet werden kann.

In den drei Gesetzen Keplers sind geometrische und dynamische Resultate und diese bloß hinsichtlich der zum Sonnensystem gehörigen Planeten, Monde und Kometen enthalten. Zwischen der Geometrie und der Dynamik, die diese Gesetze feststellen, hat bisher nur die Analysis, nicht aber auch die Physik vermittelt. Darum stimmt und klappt auch alles, aber nur scheinbar, und darum ist es auch bislang nicht gelungen, die retrograde Bewegung einzelner Kometen, die Ungeschlossenheit vieler Kometenbahnen und die Ursachen dieser Erscheinungen zu erklären. Die Analysis hat in diesen Dingen die Wissenschaft von vornherein ins Schlepptau genommen und sie definiert hinsichtlich aller dieser Dinge doch nichts, eigentlich gar nichts, denn sie führt uns, um mit Kant zu reden, in ihrer kosmischen Dynamik nur ein Spiegelbild des von Kepler entworfenen Bildes vor Augen. Dies zu beweisen, muß einer anderen ausführlicheren Abhandlung aufgespart bleiben, und es sei nur nochmals betont, daß die Erkenntnis der Natur der wirksamen Kräfte der Physik zufällt, während die Übereinstimmung zwischen der Bahn — ob Kreis, Ellipse, Parabel oder Hyperbel — und den derselben ensprechenden Bewegungs- oder Kraftkomponenten, also die Übereinstimmung zwischen Geometrie und Dynamik, Sache der Analysis ist.

Das schließt aber nicht aus, daß der Analysis hinsichtlich verwandter Probleme dennoch eine große Definierungskraft innewohnt.

Wenn also auch der Menschengeist mit gerechtem Stolze und hoher

Befriedigung auf gewisse Errungenschaften blicken kann, die im Kosmos und speziell die im Sonnensystem wirksamen oder treibenden Kräfte sind doch noch bloß mehr geahnt, als erkannt und bekannt.

Die zuvor über die gleichförmige (geradlinige und kreisförmige) Bewegung angestellten Betrachtungen dürften vielleicht doch nicht die volle Zustimmung des Lesers gefunden haben, weil hiebei ein eigener und beabsichtigter Standpunkt eingenommen wurde, d. i. jener der individuellen Ideen und Vorstellungen, während die Schule hierüber teils nur autoritative, teils für ihre praktischen Zwecke appretierte Vorstellungen festlegt, die, ganz bedingungslos formuliert, als Axiome oder auch als Postulate einer wissenschaftlichen Behandlungsmethode angesehen werden müssen.

Gegenüber jenen, die von Axiomen und Postulaten in einer wahren Wissenschaft nichts wissen und hören wollen, möchten wir hier betonen, daß wir uns mit denselben ganz gut abfinden können, sobald sie etwas besagen, was selbstverständlich ist, wie z. B., daß eine Masse ein Gewicht besitzen muß, weil eine gewichtslose Masse nicht denkbar ist, nur ein Phantasma wäre und somit nicht mehr materieller Natur sein könnte. Ein solches Axiom oder Postulat gleicht vollständig jenem, daß der normale Mensch mit Vernunft und Verstand, also gleichsam mit gewissen Imponderabilien, begabt sei.

Der in einer bestimmten Richtung mit der Geschwindigkeit v fortgeschleuderte Stein oder Massenpunkt m unterliegt in Wirklichkeit der Schwere und damit den über die Wurfbewegung festgestellten Gesetzen. Der Stein gelangt sonach wieder zur Ruhe. Dasselbe gilt auch für die Drehbewegung des Kreisels um seine Achse; denn auch diese Bewegung wird durch den Luftwiderstand und die Reibung im Kreisellager sukzessive aufgezehrt.

Drückt nun die Gleichung

$P = m v = m r \mu$ hinsichtlich der berührten zwei Bewegungen, betreffs der letzteren eigentlich nur in bezug auf einen am Äquatorumfang des Kreisels befindlichen Massenteil m, eine fortgesetzte, also endlose Bewegung oder im allgemeinen das aus, was wir unter einem mechanischen perpetuum mobile verstehen, so lehrt die Erfahrung, daß es ein solches nicht gibt, daß ein solches zum wenigsten mit den denkbaren mechanischen und physischen Mitteln nicht konstruiert werden kann.

Zwischen der Vorstellung, die der obigen Gleichung zu Grunde liegt, und den bezüglichen realen Vorgängen besteht also offenbar ein Widerspruch, der jedoch sofort sich aufklärt, wenn man einerseits an die Methodik und andererseits an die Synthesis der Wissenschaft im großen und ganzen denkt. Letztere lehrt nämlich auch, daß der Stein, zu Ende seiner Wurfbewegung auf die Erde fallend, gegen diese einen Stoß ausübt, der eine Arbeit leistet,

die sich im allgemeinen in Wärme umsetzt, und daß dies analog auch hinsichtlich der zuvor gedachten Bewegungswiderstände des Kreisels gilt.

Nach der mechanischen Wärmetheorie leistet jede bestimmte Wärmemenge auch eine bestimmte mechanische Arbeit; sie kann darum auch durch letztere, d. h. durch eine Energie der Masseneinheit, gemessen werden, und man kann darum die Wärme als eine Energiequelle oder schlechtweg selbst als eine Energie bezeichnen.

Die dynamische, bloß kinetische, oder ganz allgemein gesagt, die rein mechanistische Auffassung bestimmter Vorgänge in der Natur oder gewisser Naturphänomene ist also eine beschränkte, um nicht zu sagen eine höchst einseitige. Und danach will auch die ganze Methodik der Mechanik und im speziellen jene der Dynamik beurteilt sein. Für dieselbe handelt es sich immer nur um Maße, um Rechnungsgrößen und um die Beziehungen zwischen denselben, und hiebei geht der stets zu beachtende Relativismus leicht verloren. Wir wollen hier an Stelle langer und abstrakter Betrachtungen drei einschlägige Beispiele einschalten.

1. Eine Zille wird von der Strömung eines Flußes zu Tal getrieben, so daß sie eine gleichförmige Bewegung besitzt. Wir sagen, das fließende Wasser übt einen Druck gegen den Querschnitt der ins Wasser tauchenden Zille aus. Dieser Druck zwingt sie, die Geschwindigkeit des fließenden Wassers anzunehmen. Besitzt die Zille die Geschwindigkeit des fließenden Wassers, so kann aber dasselbe gegen die Zille eigentlich keinen Druck mehr ausüben. Und doch wird die Zille wieder zur Ruhe gelangen, wenn das Wasser, etwa bei seiner Einmündung ins Meer, nicht mehr fließt, zur Zeit der Flut vielleicht sogar zurückgestaut wird.

2. Die Erde fällt unausgesetzt gegen die Sonne zu und mit ihr auch ein Beobachter, welcher auf irgend einem Punkte des Äquators steht. Zur Zeit des Mittags befindet sich der Beobachter der Sonne näher als die Erde. Beide fallen offenbar gleich schnell gegen die Sonne zu; der Beobachter voraus, die Erde hinterdrein; um Mitternacht fällt die Erde voraus und der Beobachter ihr nach. In beiden Fällen kann, zufolge der Fallgesetze, weder der Beobachter auf die Erde, noch diese auf jenen einen besonderen Druck ausüben. Woher mag nun der dennoch kontinuierliche Schwerdruck herrühren? Also höchstwahrscheinlich doch nur von der Achsendrehung der Erde, oder infolge des $m\,d\,\lambda^2$ oder der dieser Fliehkraft gleichen Reaktion, die, wie schon erwähnt, etwa 11mal so groß ist als die Gravitas g. Übrigens ist es klar, daß wir, ohne einen Schwerdruck gegen die Erde auszuüben, den Bewegungen derselben gar nicht folgen könnten. Diese Erwägung trifft aber auch betreffs der von der Strömung fortbewegten Zille zu. Das Wasser fließt infolge der Schwere und des Gefälles; die Zille taucht infolge

der Schwere, wird infolge der Schwere des Wassers von diesem getragen aber auch gleichzeitig gezwungen, dessen Bewegung anzunehmen.

3. Ein Schiff liegt in einer stillen Bucht, ohne vor Anker gegangen zu sein. Gewisse, allerdings ideale Verhältnisse vorausgesetzt, vor allem von den Einflüssen der Ebbe und Flut abgesehen, soll das Schiff durch ein volles Jahr ruhig in der Bucht liegen. Das Meer hätte also auf das Schiff keinen Bewegungsdruck ausgeübt und dasselbe hätte, wie wir andererseits es heute genau wissen, doch die Sonne einmal und die Erdachse rund 366mal umkreist. Diese Betrachtung gilt aber auch genau für den im zweiten Beispiel auf der Erde stehenden Beobachter. Wir können also, wie schon oben betreffs der Zille, auch hier sagen, kein Bewegungsdruck und doch Bewegung, und ein Unterschied läge nur darin, daß die eine Betrachtung spezifisch terrestrischer, die andere spezifisch kosmischer Natur wäre.

Der Analytiker und der Physiker denken sich nun, die angeführten Beispiele besagen nichts, zum wenigsten nichts, was wir nicht schon wüßten. Wir beziehen doch alle Bewegungen auf irgend einen Koordinatenursprung als Fixpunkt und als Schnittspunkt der Koordinatenachsen; besteht, wie z. B. in den Drehbewegungen, um den gewählten Koordinatenursprung (Erdmittelpunkt) ein relatives Gleichgewicht, demzufolge sich die gegenseitige Lage eines Systems von Massenpunkten nicht ändert, so befindet sich das System hinsichtlich des erwähnten Koordinatenursprunges in Ruhe, oder auch in derselben Lage, als würden sich die Koordinatenachsen an der Drehbewegung des Systems beteiligen. Hiedurch wird die Lösung gewisser zusammengesetzter Bewegungsprobleme wesentlich vereinfacht. Hierin liegt Methodik, aber auch die Gefahr, den Zusammenhang zu verlieren und gewisse Phänomene von einem zu begrenzten und nicht von jenem Gesichtspunkt aus zu beurteilen, welcher der Totalität aller Einflüsse, Ursachen, Verhältnisse und realen Vorgänge entspricht.

Diese Gefährlichkeit der sonst so schätzenswerten Methodik hat, wenn auch mit anderen Worten, schon Baco von Verulam betont.

Die Schule führt uns ihre Lehren in Fragmenten oder auch als einzelne Probleme vor und das ist ihr sowie der Wissenschaft überhaupt bekannt. Die letztere späht daher auch allenthalben nach Synthesis aus und versteht dann hierunter das Gefüge, die Zusammensetzung, den Aufbau oder auch den Zusammenhang in unserem Wissen, der nicht allein individueller, sondern vorwiegend rein objektiver Natur ist, sofern die Lösung gewisser Probleme nach mehreren Richtungen hin mit verschiedenen anderen, bereits gut begründeten Tatsachen und Erkenntnissen im Einklang und Zusammenhang steht. Diese Synthesis kann aber doch nur in dem Maße fortschreiten wie die Wissenschaft selbst.

Ein weit allgemeinerer Standpunkt als jener einer mechanistischen Auffassung und Lösung aller Probleme liegt der sogenannten energetischen Auffassung und Behandlung jener zu Grunde. Diesen Standpunkt methodisch darzulegen, hieße ein eigenes Buch schreiben. Wir können denselben nur kurz, also keineswegs so vollständig andeuten, daß hiemit jedem Leser genügt werden dürfte.

Einer Masse kann durch verschiedene Kräfte eine Bewegung oder kinetische Energie erteilt werden. Die wichtigsten Kräfte sind: die Schwerkraft, das fließende Wasser, dann jene, die durch kalorische Maschinen, also durch die Wärme erzeugt werden, endlich die elektromotorische Kraft. Letztere muß wohl wieder in irgend einer Weise (durch Wasserkraft oder durch kalorische Maschinen) produziert werden und es handelt sich somit, die Schwerkraft ausgenommen, stets um einen Umsatz von Kräften und Energien, der in der These oder in dem Prinzip von der Erhaltung der Energie zwar sehr allgemein, nichtsdestoweniger doch bestimmt definiert ist. Im Haushalte der Natur geht nämlich an Energie nichts verloren; die Summe der Energien war und bleibt immer dieselbe, mögen letztere wie immer ausgenützt und umgesetzt werden.

Wir müssen hier eine Betrachtung einschalten. Das fließende Wasser bildet bekanntermaßen eine fast unerschöpfliche Kraft- oder Energiequelle, die noch viel zu wenig ausgenützt wird, weil wir noch über viel Brennmaterial verfügen. Das Wasser fließt aber nur infolge der Schwere und eines Gefälles. Der scheinbar ewige Fluß des Wassers beruht aber doch nur auf der Sonnenenergie, die es in die Lüfte hebt, und auf der Abkühlung und Kondensation der atmosphärischen Wasserdämpfe, kurz auf einem Prozesse, der sehr an die Entstehung aller Bewegung und der kosmischen Körper selbst erinnert. Insolang Sonnenenergie und Schwere bestehen, kann uns also selbst eine kohlen- oder petroleumlose Zeit keine Sorgen betreffs der Erzeugung von Kraft, Licht, Elektrizität und Wärme bereiten. Im Sinne dieser Betrachtung und der früheren Beispiele über absolute Bewegung sind Sonne und Schwere die Ursache aller Bewegung.

Das wichtigste Agens müssen wir also in der Wärme erblicken. Sie erscheint uns, gleich einem Phantom, an und für sich unfaßbar und unfaßlich. Ob wir sie bloß empfinden sollen, oder als Kraft ausnützen wollen, sie muß immer an irgend eine Materie gebunden sein. Diese letztere ist es dann, welche in Bewegung gerät, die wir empfinden, wenn diese Materie uns umgibt, die wir durch künstliche Einrichtungen ausnützen können, um Massen in Bewegung zu setzen und denselben eine kinetische Energie zu erteilen.

Mit dem letzteren Zwecke befaßt sich die *mechanische Wärmetheorie*.

Die Gesetze, nach welchen sich die Wärme durch Leitung (also ähnlich wie die Elektrizität) fortpflanzt und wo die Leitung (unmittelbare Berührung zweier Körper) scheinbar unterbrochen ist, durch Strahlung an den Raum abgegeben wird, sind Gegenstand der *Wärmelehre*.

Rücksichtlich der Erzeugung von Energien sind die gasförmigen Körper von besonderer Wichtigkeit. Mit ihren allgemeinen und speziellen Eigenschaften, mit der Feststellung der in Bezug auf Volumen, Druck und Temperatur bestehenden Wechselbeziehungen befaßt sich schon die Experimentalphysik, zum Teil auch die Chemie.

Wir können fast alle Körper beziehungsweise Stoffe vergasen, wenn sie auf den erforderlichen Hitzegrad gebracht und auf diesem durch fortgesetzte Wärmezufuhr erhalten werden können. Die Physik lehrt, daß die Molekeln jedes festen, starren Körpers, wenn er erwärmt wird, zunächst in Schwingung geraten. Diese Schwingung nimmt im allgemeinen mit der Temperatur zu und sie erreicht im großen und ganzen in dem vergasten, jedoch in einem Gefäße eingeschlossenen Körper ein von der Temperatur abhängiges Maximum. Das Gas, vielmehr jedes Molekel desselben, befindet sich also in einem entsprechend vehementen Bewegungszustand. Infolge desselben prallen die Gasmolekeln an die Gefäßwände an, werden von diesen mit ungeschwächter Vehemenz nach den Gesetzen der Reflexion in ihrer Bewegung abgelenkt, und die Summe der Energien aller Molekeln, stets dieselbe bleibend, ist es nun, die sich in dem zum geringen Gewichte des Gases so auffallend großen Drucke auf die Gefäßwände, in der sogenannten Expansionskraft, äußert. Mit diesen Bewegungs- oder Energiezuständen beschäftigt sich die *kinetische Theorie der Gase*, die gleich der mechanischen Wärmetheorie höchst interessante, ja selbst überraschende Resultate zu Tage gefördert hat.

Wenn man daran denkt, daß, nach einer vielleicht etwas zu allgemeinen Vorstellung, der Kosmos, wie er sich heute uns darstellt, aus dem gasförmigen Zustand hervorging, u. zw. durch einen Prozeß, der sich jenem der Vergasung eines festen Körpers direkt entgegengesetzt abwickeln mußte, so ist es klar, daß die kinetische Theorie der Gase in erster Linie berufen wäre, in allen Fragen der Kosmogonie maßgebende Aufschlüsse zu erteilen. Im Kosmos gibt es aber keine Gefäßwände, und unter dieser Voraussetzung zerstreut sich jedes Gas im Raume, es spannt sich ab, es gibt hiebei aber wieder Arbeit oder Energie ab, die nicht verloren geht, sich bloß umsetzt. Anders muß sich diese Vorstellung gestalten, könnten wir behaupten, gleichwie jede Schichte unserer Atmosphäre, ebenso muß jede Ätherschichte der

Ätherhülle, welche unsere Sonne bis an die äußerste Grenze des von ihr erwärmten und beherrschten Raumes umgibt, unter irgend einem Druck stehen. Die Ätherhülle der Sonne wäre dann eine immense Gaskugel und es würde nur darauf ankommen, sich über die Dichtigkeitsverhältnisse über die Bewegungs- oder Energieverhältnisse, endlich auch über die Temperaturverhältnisse in derselben die notwendigen Aufschlüsse zu verschaffen.

Man kann sagen, das sind bloß Ideen und Vorstellungen. Man kann aber den Versuch wagen, an Hand der Wissenschaft, insbesondere an Hand der theoretischen Physik, die Ideen zu stützen, ihre Gründe darzulegen.

Wie die Dynamik, so bestehen auch alle oben berührten Theorien über Wärme und ihre Wirkungen aus Fragmenten, aus einzelnen, den Bedingungen nach streng umschriebenen Problemen.

Wärme, sagen wir lieber, *nur die an irgend eine Materie gebundene Wärme, erzeugt oder vermittelt Bewegung und kinetische Energien*, und die einzige Urquelle für alle Wärme und Bewegung im Sonnensystem ist die Sonne, doch werden wir nie darauf vergessen dürfen, daß die Planeten, Monde und Kometen Massen vorstellen, die eine gewisse Schwere besitzen. Der Ätherdruck nimmt gegen die Oberfläche der Sonne rapid zu, erreicht daselbst das Maximum. Diesen Druck kann man sich als die Reaktion der von der Sonne ausströmenden Wärme, und umgekehrt, diese als die Folge des Oberflächendruckes der sich zusammenziehenden, sich noch verdichtenden Sonne vorstellen. Ob mit der Wärme aus der Sonne auch noch ein feines, dünnes Medium mitentweicht, von ihr fortgerissen wird, können wir nicht direkt behaupten und beweisen. Ist aber der Raum um die Sonne nicht leer, und wir nehmen an, dies sei tatsächlich der Fall, dann wird mit der Wärme doch auch Materie ausgeschieden, u. zw. ähnlich, wie dies auch seinerzeit hinsichtlich der Erde der Fall gewesen sein mußte, nachdem die Materie der Erde nicht an ihrer festen Oberfläche endet. Die ausgeschiedene Materie blieb also in ihrem Verdichtungsprozesse immer an der unmittelbaren Oberfläche, den Raum zunächst derselben stets ausfüllend.

Die Sonne dreht sich um ihre Achse. An dieser Bewegung muß sich auch die Materie über ihrer Oberfläche beteiligen. Das galt aber auch schon, als die Sonne eine noch weit größere Ausdehnung hatte. Diese über der Sonnenoberfläche jeweilig gelagerte und mitrotierende Materie, der Äther, füllt den vermeintlich leeren Raum aus und er rotiert nun in demselben ohne jeglichen Widerstand, also vorläufig fortgesetzt.

Die Sonne bewegt sich endlich auch in ihrem eigenen System und, wie man vermutet, mit ihrem System, oder es bewegt sich ihr ganzes

System nach irgend einer Richtung, richtiger gesagt, in einer Bahn mit irgend einem noch unbekannten Zentrum und Vektor.

Für die erstere Bewegung lassen sich ganz bestimmte Gründe anführen, aber diese Bewegung ist unkonstatierbar, u. zw. bloß aus sogenannten parallaktischen Gründen, auch infolge der Unzulänglichkeit unserer geometrischen Messungsmethoden hinsichtlich eines Fixpunktes in unendlicher Entfernung.

Wir können übrigens gar vieles nicht konstatieren und messen, also gar vieles nicht direkt wahrnehmen, und hiezu gehört auch der Weltäther. Aber Überlegungen und Vorstellungen, die sich auf bestimmte Tatsachen stützen, gestatten selbst hinsichtlich nicht direkt wahrnehmbarer Vorgänge ganz bestimmte Schlüsse zu ziehen. Den schönsten Beweis hiefür liefern eben unsere Theorien über die Gase. Für das Auge und häufig meist auch durch die übrigen Sinne gar nicht wahrnehmbar, kennen und beherrschen wir die gasförmigen Körper in solcher Weise, daß es wünschenswert wäre, wir könnten dies betreffs aller Körper und Stoffe in gleichem Maße behaupten.

Vielleicht ist es bereits möglich, eine Synthese der Physik dahin bestimmt zu formulieren: Es gibt keine Imponderabilien, keine immaterielle Kraft, keine unvermittelte Kraftübertragung, keinen absolut leeren Raum: es gibt keine Attraktion der Massen oder ein derselben ähnliches Agens; es gibt eine Schwere der Massen, sie ist aber nicht die Folge irgend einer Anziehungskraft, als vielmehr die Folge bestimmter kinetischer Energien der durch Verdichtung entstandenen schweren Massen und der Betätigung der letzteren nach dem Archimedischen Prinzip in Bezug auf einen vom Äther erfüllten Raum und eine bestimmte Konstitution und innere Energie dieses Äthers sowie aller darin kreisenden kosmischen Körper.

Über die *elektromotorischen Kräfte*, die, wie schon erwähnt, erst erzeugt oder durch einen Kräfteumsatz bei entsprechender Vermittlung gewonnen werden müssen und die somit hier als eine sekundäre Energie betrachtet werden können, wollen wir hinweggehen, mit dem Bemerken, daß sie sich an geeigneter Stelle durch den Hinweis auf *Maxwells elektromagnetische Lichttheorie* ohnehin in den Rahmen der eben gekennzeichneten Synthesis einfügen werden.

Die mechanische Wärmetheorie lehrt und die Erfahrung bestätigt es, daß ein *thermisches Perpetuum mobile ebenso unmöglich ist wie ein mechanisches.* Darin liegt eine ganz natürliche Synthesis, sofern nach allem Massen im allgemeinen doch nur durch Wärme, gleich-

gültig ob direkt oder indirekt, bewegt werden können. Man kann in dieser Hinsicht an den Gletscherfirn oder an ein Segelschiff denken. Ersteren bewegt die Sonnenwärme, letzteres treibt der Wind; dieser ist aber eine durch die ungleiche Erwärmung der Luft verursachte Luftströmung.

Die Unmöglichkeit eines thermischen Perpetuum mobile gemahnt an die Frage, ob man den Kosmos auch von diesem Gesichtspunkt aus beurteilen und analysieren könnte? Es unterliegt gar keinem Zweifel, daß man in dieser Hinsicht einige bestimmte Deduktionen aufstellen kann, und wir überlassen dies dem Leser. Im Infinitesimalkalkül ist hinsichtlich eines unendlich kleinen Zeitintervalles jede Bewegung und jede Kraft konstant oder unveränderlich. Die ungefähr 5000 Jahre, bis auf welche die ältesten astronomischen Aufzeichnungen zurückreichen, sind in Ansehung des Kosmos ein Differentiale der Zeit, und alle Bewegung im Kosmos sowie dessen Konstitution ist für uns daher konstant oder unveränderlich, und für unser Sonnensystem wird diese Unveränderlichkeit aller Bewegungen und Energien durch die Gesetze Keplers genau definiert. An Hand dieser Gesetze können wir bestimmte Integrale oder solche zwischen bestimmten Grenzen entwickeln, doch möge man nicht erschrecken bei dem Gedanken an diese Bleigewichte der theoretischen Physik, ohne welche sie, nebenbei bemerkt, nicht zur erforderlichen Tiefe gelangen könnte, denn wir meinen hier unter Integral auch bloß ein Erkenntnis. Dem Infinitesimalkalkül werden wir ganz aus dem Wege gehen und uns nur, wo nötig,. auf seine Resultate berufen.

Um mit der mechanischen Wärmetheorie zu reden, befindet sich der Kosmos und speziell unser Sonnensystem in einem „stationären Zustand".

Ohne eine Konfusion befürchten zu müssen, können wir diesen Begriff auf die der Erde von der Sonne zugeführte Wärme, auf alle Bewegungsintensitäten und kinetischen Energien der Erde, auf die bezüglichen Bewegungsdrucke, auf den Atmosphärendruck, auf die mittlere Temperatur der Luft und endlich auch auf die mittlere Intensität der Schwere g übertragen. Zwischen all diesen Intensitäten und Energien besteht offenbar eine Synthesis. Eine erhebliche Änderung auch nur einer der genannten Größen müßte auch jene aller übrigen zur Folge haben, was besonders klar wird, wenn man auch auf den Vektor R der Erdbahn reflektiert und nicht minder auf das dritte Gesetz Keplers als Energiegesetz hinsichtlich der Masseneinheit.

Des Atmosphärendruckes und seines Einflusses auf uns sind wir uns eigentlich gar nicht, wenigstens nicht direkt bewußt. Das erfahren wir erst durch das Studium der Physik. Genau dasselbe gilt hinsichtlich der

Bewegung der Erde um die Sonne und um die Polachse der Erde, wie sie die Astronomie lehrt. Der von Toricelli ausgeführte Versuch und die von Kopernikus aufgestellte These, auch Weltordnung. sind über allen Zweifel erhaben. Von der Abfassung des Almagest durch Ptolemäus bis auf Kopernikus sind rund 1800 Jahre verflossen, und wenn man selbst auch die geistige Lethargie des Mittelalters in Anschlag bringt, so hat es doch lange gedauert, bis Menschengeist sich zu einer richtigen Anschauung über die wahre Bewegung der Erde im Raume durchgerungen hat. Kopernikus' Scharfsinn beruht eigentlich auf der Feststellung des Relativismus in der Bewegung der Planeten um die Sonne, und nachdem dies geglückt war, ließ die genaue Feststellung dieses Relativismus durch die Gesetze Keplers nicht mehr lange auf sich warten. Und man mag nun die Sache wenden und drehen wie man will, in der Erkenntnis dieses Relativismus lag, wie noch darzulegen sein wird, der eigentliche Keim für exaktes Wissen und vor allem für die Analysis und angewandte Mathematik.

Unsere eigene Schwere und jene aller materiellen Körper, die Luft, in der wir gleichsam schwimmen, ausgenommen, fühlen wir und sie war darum schon den Alten bekannt. Eine klare Vorstellung über dieselbe hatten sie aber nicht, und trotz des Umstandes, daß Galilei über die Schwere nicht wie andere bloß grübelte, sondern ans Experiment schritt und hiedurch die bekannten Fallgesetze aufstellen konnte, vermögen wir doch nicht zu leugnen, daß die Schwere, wenn man sie nicht einfach als eine aller Materie gemeinsame Eigenschaft betrachten will, namentlich hinsichtlich ihrer Intensität etwas Rätselhaftes in sich schließt, worüber eine Aufklärung wünschenswert bleibt. Selbst der große Entdecker des Gravitationsprinzips vermochte nicht, unsere Wißbegierde nach der Ursache der Fallbeschleunigung g (der Schwere) zu befriedigen; er konnte nur auf die Schwere als eine Tatsache hinweisen, obschon es ihm gelang, diesbezüglich eine Synthesis herzustellen, welche die Wissenschaft und im speziellen die Analysis und Astronomie zum Fundamentalsatze ihrer Lehren über Zentralbewegungen wählen zu müssen glaubte. Keine der in das Gebiet der exakten Wissenschaft einschlägigen Fragen und Ansichten verrät aber so deutliche Spuren der Beeinflussung durch hellenisches Wissen wie eben die Schwere und die damit in Verbindung gebrachten Phänomene. Aristoteles schlug mit seinen Lehren die Physik für Jahrhunderte in Fesseln. Das können wir heute lesen und weiters auch: seine Erklärungen bestanden zumeist nur aus Spitzfindigkeiten. Mag ein solches Urteil noch so treffend sein, so nicht minder auch jenes: Aristoteles lehrte, was er eben selbst

lehren konnte und wofür er eine Basis zu besitzen glaubte. Die Wissenschaft war darum der Verbesserung überkommener Lehren nie enthoben, doch müssen sich hinsichtlich derselben zuvor Zweifel geltend machen lassen, und kann man dieselben begründen, dann erst fällt die Lehre und man sieht sich nach neuen Theorien um, wenn nicht eine Korrektion genügt. Eine solche Notwendigkeit ist selbst in Hinsicht auf neuere Errungenschaften der Wissenschaft nicht ausgeschlossen. Die Devise der letzteren kann daher nur lauten: vom Irrtum zur Wahrheit.

Es wird später bewiesen werden, wie selbst das ängstliche Festhalten an gut begründeten Lehren nicht immer einen Irrtum vermeidet, sondern einen solchen sogar herbeiführen kann, und in den vorstehenden Betrachtungen waren wir bemüht, zu zeigen, wie unser Vorstellungsvermögen in allen Fragen irgendwo beginnen, anknüpfen muß, wie es bald seine Grenzen findet und scheinbar selbst auf einen Widerspruch stoßen kann; wie unser Wissen noch aus Fragmenten besteht, aus welchen wir, vielmehr unsere Epigonen dereinst etwas Einheitliches schaffen dürften; wie für jedes dieser Fragmente ein besonderer Relativismus festgesetzt wurde und wie schwierig es noch ist, die wünschenswerte Verbindung zwischen allen Relationen dieser Fragmente aufzufinden. Es wurde aber auch angedeutet, wie trotz der Mangelhaftigkeit der einzelnen Sinne unser Verstand und unser Vorstellungsvermögen sich weit über alle Sinneseindrücke zu erheben vermögen, so daß die römische Sentenz: Was nicht in den Sinnen liegt, kann auch nicht im Verstand liegen", antiquiert ist und der von Aristoteles geprägte Begriff „Mataphysik", wenn er heute überhaupt noch gebraucht wird, einen wesentlich anderen Inhalt besitzt als ehedem.

Der Anfang, die erste Basis auf dem Gebiete der Naturerkenntnisse beruht auf Sinneseindrücken, die in ihrer Gesamtheit auf das Gedächtnis, Vorstellungsvermögen und den Verstand einwirken, die sich einzeln aber weder genau schildern, noch weniger begrenzen lassen, da sie sich in dem Begriffe Psyche kommulieren und im allgemeinen auch individueller Natur sind.

Ist einmal eine verläßliche Basis geschaffen, dann ist es also möglich, sich selbst von allen Sinneseindrücken zu emanzipieren, um hinsichtlich bestimmter Fragen zu bestimmten Vorstellungen, Ideen, Prinzipien, zur Erkenntnis einer bestimmten Ursache zu gelangen. Aber die Vorstellung muß richtig sein und hiefür müssen Beweise sprechen oder doch irgend welche Garantien geboten werden können, d. h. es muß möglich sein, aus dem Prinzip durch Deduktion alles das zu erklären, worauf sich das Prinzip erstreckt, was es umfassen soll.

Diesen Gesichtspunkt nimmt auch Kant in seiner Metaphysik ein, wenn auch etwa nicht ganz genau in demselben Sinne. Ja, er geht noch

weiter, denn er will Axiome und Postulate völlig ausgeschlossen wissen. In letzteren liegt aber gleichzeitig der Begriff „Ausgangspunkt".

Diesen Gesichtspunkt hat aber, wie wir sehen werden, auch Newton bereits festgehalten, wenn auch nicht mit vollem Erfolge, weil seine Postulate oder Ausgangspunkte noch nicht hinreichend umschrieben waren.

Es ist notwendig, hiebei etwas länger zu verweilen. Man kann den Ausgangspunkt, ob er ein Axiom, ein Postulat oder unter irgend einem selbstgeprägten Begriffe sogar eine Reihe von Prämissen darstellt, schon zu Beginn einer Abhandlung, Dissertation, anführen, oder letztere derart zurechtstellen, daß das Axiom, Postulat u. s. w. als Schlußergebnis, als eine notwendige Konklusion erscheint. Mit der strengen Umschreibung aller Begriffe — Begriffsbegrenzung — hat es aber eine eigene Bewandtnis. Bei der Entdeckung von Prinzipien, namentlich solcher höchst weittragender Natur, interessiert es die Wissenschaft, in den bezüglichen Ideengang Einblick zu gewinnen, und man kann sich nach dem eben Erwähnten leicht ein Urteil bilden, ob und in welchem Maße dies immer tatsächlich möglich ist. Liegen über den Ideengang oder Gedankenprozeß nur unzureichende oder gar keine Aufzeichnungen vor, dann beginnt das Kommentieren, eigentlich das Hineindenken in eine Sache, das man mitunter, ganz im Unrecht, auch als ein Vertiefen ansieht. Letzteres kann aber nur durch Diskussion betrieben werden und ein richtiges Prinzip sowie die demselben zu Grunde liegenden Vorstellungen und Ideen müssen jedwede Diskussion ebenso vertragen wie die einfachste algebraische Gleichung und sie müssen jeden Einwand und Widerspruch ausschließen. In diesem Vorgang, so sagen wir für gewöhnlich, kommt die Logik zu ihrem Rechte, und doch wird diese in der Tat immer erst mit dem bezüglichen Erkenntnis begründet, geschaffen, hergestellt.

Man muß in dieser Beziehung unwillkürlich an die mechanische Wärmetheorie, an den von ihr definierten Begriff „umkehrbarer Kreisprozeß" denken, und der Begriff „Logik" geht förmlich in jenem „Zusammenhang" auf. Wir müssen es dem Leser überlassen, inwieweit er den umkehrbaren Kreisprozeß und den Begriff eines Perpetuum mobile auf den Kosmos und auf das Gebiet der Naturwissenschaft, ja selbst auf jenes des Geisteslebens des Menschen übertragen will, sei es, um bloß Vergleiche anzustellen oder gewisse Wechselbeziehungen aufzufinden. Wir werden dies in der Folge bloß andeuten.

Das allgemeinste Prinzip ist, wie schon erwähnt, jenes über die Erhaltung der Energie, und da diesem Prinzip der Begriff bewegter Materie inhärent ist, so birgt es auch den Begriff eines Perpetuum mobile in sich, natürlich nur für die Zeit des Bestandes der Energie.

Bevor man aber von einem solchen Prinzip und von einem Perpetuum mobile für die Zeit des Bestandes des Kosmos*) sprechen kann, muß man sich doch fragen, wie und wodurch geriet die Materie in Bewegung, wenn wir uns auch letztere einfach als etwas Gegebenes, als bereits vorhanden gewesen denken müssen, um überhaupt zu einem Prozesse zu gelangen. Wie entstand Bewegung? Auch hinsichtlich dieser Frage müssen wir irgendwo anknüpfen, und vielleicht findet der Leser einen besseren Anknüpfungspunkt. Wir wollen denselben, wie schon früher, in einer Abkühlung, Verdichtung und Zusammenziehung der Materie suchen, die etwa gleichzeitig nach unzähligen Hauptzentren (Sonnen) und Nebenzentren (Planeten und Monde) vielleicht aber auch nur sukzessive in solcher Weise vor sich ging, daß sich die Nebenzentren erst spät von den Hauptzentren abtrennten, sich im beschränkten Sinne von diesen frei machten. War die Materie zu Beginn der Verdichtung nicht symmetrisch um das Zentrum gelagert und vielleicht auch nicht homogen, dann mußten bei der Kontraktion nebst der hiedurch bloß bedingten radialen Bewegung auch Seitenbewegungen auftreten, welche, gleichsam immer tiefer greifend, sich in wachsendem Maße aller Materie des bezüglichen Zentrums mitteilen und diese zu einer Rotation um das letztere anregen mußten. In solcher Weise war also die mit der Kontraktion zunehmende Schwere der Materie oder deren Gravitation nach einem Verdichtungszentrum die Ursache aller Drehbewegungen.

Diesen Prozeß kann man sich nun in erster Linie hinsichtlich einer Verdichtung nach den Hauptzentren (Sonnen) vorstellen, wodurch die Verdichtung innerhalb der Sonnensysteme u. s. f. einen Prozeß niederer Ordnung involviert.

Wir wollen diese Prozesse nicht weiter ausspinnen. Der Leser kann dies auf Grund seiner physikalischen Kenntnisse und jener über die Wirkung von Fliehkräften selbst unternehmen, doch dürfte er bald wahrnehmen, daß auch in dieser Hinsicht alle Vorstellungsgabe bald nicht mehr ausreicht und unsicher wird. Diese Mängel posthumer Ideen über einen seit seinem Beginne bereits weit fortgeschrittenen Verdichtungsprozeß und Umsatz von Energien in der den Raum des Sonnensystems ausfüllenden Materie mit einigen Massenzentren bestimmter kinetischer Energie lassen sich aber in hohem Maße beheben, wenn man mit dem dritten Gesetze Keplers an die Analysis und an die Lehren der theoretischen Physik anknüpft und jener Kontinuität nachspürt, welche die Natur fast nirgends vermissen läßt. Man gelangt auf diesem Wege zu Resultaten und durch diese zu Theorien, welche in zweifacher Hinsicht von besonderem Belang sind.

*) Der Leser wird den bezüglichen Paradoxismus wohl nicht mißverstehen.

Fürs erste gewinnt man die nicht unerwartete, aber immerhin erfreuliche Überzeugung, daß die Basis der exakten Wissenschaft tatsächlich geeignet ist, die im Kosmos bestehende Harmonie klarzulegen und zu analysieren.

Fürs zweite kann man behaupten, die Basis der Wissenschaft ist auch jene der Kosmogonie, wenn man unter Wissenschaft speziell die Physik und deren Schwester, die Chemie, versteht. Die Wissenschaft steht dann im großen ganzen hinsichtlich aller kosmologischer Fragen auf dem Standpunkt, welcher eine natürliche und vernünftige Beantwortung derselben in hinreichendem Maße gestattet, selbst hinsichtlich der bislang als rätselhaft betrachteten Schwere.

Die größere, weitaus größere Hälfte der vielen Rätsel, welche das unendlich große Werk der Schöpfung in sich schließt, gehört dem Gebiete der Biologie an, welches außerhalb des Rahmens unserer Betrachtungen fällt. Doch sei erwähnt, daß auch auf dem Gebiete der Biologie ein fortgesetzter Umsatz von Energien, welcher in jedem Individuum zu irgend einer Zeit sein Maximum erreicht, eine große Rolle spielt, und daß auch auf diesem Erfahrungsgebiete nichts besteht, das mit einem Perpetuum mobile verglichen werden könnte.

Die Arten und Gattungen erhalten sich im allgemeinen; es entsteht Leben, um zu vergehen. Dieser Prozeß hat sich in den kosmologischen spät eingefügt, und zwar in bestimmter Ordnung. Woher die ersten Keime rühren könnten, auf der Oberfläche eines einstmals in voller Glühhitze befindlichen, jedes organische Wesen zerstörenden Planetenballes, das wird wohl ein Rätsel bleiben, selbst dann, wenn die Zeit und mit ihr die Einsicht käme, die unsere Vorstellungen über den mehrerwähnten Verdichtungsprozeß wesentlich modifizieren würde.

Wir kehren nun zum Schlusse nochmals zur rätselhaften Schwerkraft zurück, um ihre Charakteristik herauszuschälen und jenen Standpunkt hervorzukehren, der festgehalten sein will, um allen folgenden Untersuchungen ein entsprechendes Verständnis entgegenbringen zu können. Hiezu ist es erforderlich, von allen Subtilitäten als bloßen Begleiterscheinungen ganz abzusehen und somit die Schwere g auf allen Punkten der Erdoberfläche und ohne jedwede Rücksicht auf die Schwankungen in der Intensität aller Bewegungen der Erde als eine konstante Größe zu betrachten. Die Schwere sei ferner einfach eine Eigenschaft aller um ein Verdichtungszentrum gelagerten Materie, jedoch im Sinne des Archimedischen Prinzips oder, noch allgemeiner gesprochen, im Sinne der Konstitution auch Verfassung oder Zusammensetzung eines Körpers. Eine eiserne Kugel kann nicht im

Wasser schwimmen, wohl aber, wenn man sie mit einer hinreichend mächtigen Korkschale umgibt, ihr gleichsam eine geänderte Konstitution verleiht.

Ist irgend eine Masse nicht gasförmig, also starr oder flüssig, und kann die flüssige Masse nicht plötzlich verdunsten, dann ist sie im allgemeinen an die Erdoberfläche gewiesen; sie übt, zum Unterschiede gegenüber einem gasförmigen Körper, nur gegen die Erdoberfläche einen Druck aus, d. h. eine starre und eine flüssige Masse sind der Trägheit der Materie vollkommen unterworfen. Eine solche Materie widerstrebt jeder Bewegung, diese muß ihr aufgezwungen werden, und wird der trägen Materie eine bestimmte kinetische Energie erteilt, u. zw. in irgend einer Richtung, so muß sich dieselbe Energie als Reaktion in entgegengesetzter Richtung geltend machen.

Die Materie eines Verdichtungszentrums strebt somit infolge der Trägheit nach dem Punkte relativ kleinster Bewegungsenergie, d. i. nach dem bezüglichen Massenmittelpunkt des kosmischen Körpers, und wenn ihr kein Zwang angetan wird, so strebt sie die Erreichung dieses Punktes auf dem kürzesten Wege an. Soll der kosmische Körper die Erde sein, so wäre noch zu beachten, daß die Beschleunigung $R r_1^2$ des Mittelpunktes derselben gegen die Sonne zu fast 2 g beträgt, daher im großen und ganzen auch für jeden Punkt der Erdoberfläche.

Es wird noch klar werden, daß $R r_1^2$, die sekundliche Zentripetalbeschleunigung der Erde in ihrer Bahn um die Sonne, als ein kosmischer Druck betrachtet werden kann und in Bezug auf denselben auch der Atmosphärendruck auf der Erdoberfläche. Dieser letztere Druck macht sich nun bekanntlich in allen Punkten der Erdoberfläche gegen den Erdmittelpunkt zu in fast gleicher Intensität geltend. Für die Oberfläche des menschlichen Körpers (ca. 1.0 m^2) beträgt derselbe rund 10.000 *kg*, ein Umstand, der namentlich hinsichtlich der Achsendrehung der Erde, an welcher sich auch die Luft zunächst der Erdoberfläche beteiligt, und einer gewissen Stabilität des menschlichen Körpers beachtet sein will.

Soll die Ursache der Schwere nicht von einem voreingenommenen Standpunkt aus erklärt werden, so muß man von einer Massenattraktion gänzlich absehen und die Schwere als die unmittelbare Folge einer Verdichtung der Materie betrachten. Ein solcher Standpunkt fällt auch mit einer einheitlichen Auffassung aller bekannten Kristallisationsprozesse (Schwefel, Kochsalz, Alaun, Salmiak ꝛc.) überein.

Dieser Umstand so wie jener, daß die gasförmigen Körper, wie oben erwähnt, eine exzeptionelle Beurteilung erheischen, weisen auf Einflüsse der Wärme beziehungsweise einer Abkühlung hin.

Es ist eine bekannte physikalische Erscheinung, daß, sofern sich eine Flüssigkeit in der anderen nicht auflöst, alle Flüssigkeiten irgend einer Mischung sich nach ihrem spezifischen Gewichte, die schwerste zu unterst, ablagern. Dieses Prinzip kann man auf die Erde und ihre Oberfläche im Sinne der Lehren der Physik in ganz uneingeschränktem Maße übertragen.

Zu den Betrachtungen über die Schwere gehört unbedingt auch die Beantwortung der Frage, weshalb die Erde rund, d. h. weshalb sie eine Kugel ist.

Als die Verdichtung der Erde um einen Kern irgend welcher Größe und Beschaffenheit begann, da hatte derselbe bereits jene Bahn und Bewegung um die Sonne wie heute und ebenso auch alle denselben umhüllende Materie. Dieser Kern hatte auch bereits eine geringe Achsendrehung. Diese Drehung der Materie um eine Achse ihres Kernes erfuhr aber, eben durch die sukzessive Kontraktion (Verdichtung) der Materie eine fortgesetzte Steigerung, u. zw. ganz im Sinne des dritten Gesetzes Keplers. Von der geringen Anschwellung der Erdmasse auf dem Äquator als Folge der Achsendrehung abgesehen, war die Verdichtung um das Verdichtungszentrum nach allen Richtungen gleich intensiv, geradeso wie die damit verbundene Wärmeleitung nnd Wärmestrahlung und wie der kosmische Druck $R r_1^2$, der der Zentripetalkraft hinsichtlich der Bewegung der Erde um die Sonne entspricht. Dieser letztere Druck ($R r_1^2$) war also vom Anbeginn an auch für den Verdichtungsprozeß der Erde maßgebend. Derselbe hat sich schließlich zum Atmosphärendruck p auf (die Flächeneinheit) der Erdoberfläche gesteigert und die Gravitas g, die ja auch nur einen zentripetalen Druck darstellt, bezieht sich, wie die Rechnung zeigt, auf die Verdichtung der Erde zum festen Ball von jenem Zeitpunkt an, als sich der Mond zu einem selbständigen Verdichtungszentrum gestaltet hatte.

Die Erd- und die Mondmasse standen vor ihrer Verdichtung zweifellos im Zusammenhang; ja sie hatten zu dieser Zeit nicht nur die Bewegung um die Sonne gemeinsam, sondern auch jene, die wir in der Folge als Nutationsbewegung bezeichnen werden, und die darauf hindeutet, daß zwischen den beiden sich verdichtenden Massen ein immer stärkerer Druck sich geltend machte, der einem Mittelwert nach seine jetzige konstante Größe erreichte, nachdem die Sphären beider Verdichtungszentren, der Erde und des Mondes, endgültig begrenzt waren.

Dieser Umstand macht es auch erklärlich, warum wir die Gravitas aus den Bewegungen beider Verdichtungszentren berechnen können.

Für die Verdichtung und die Kugelgestalt des Mondes sind also im allgemeinen dieselben, beziehungsweise analoge Gesichtspunkte maßgebend, wie sie früher betreffs der Erde gekennzeichnet wurden.

Wir werden an anderer Stelle die Wechselbeziehungen, die zwischen den bisher erwähnten Drucken bestehen, noch vorführen, weil sie einen tiefen Einblick in die Konstitution und das Getriebe eines kleinen Teiles, aber immerhin eines Teiles des Sonnensystems und selbst des Kosmos gestatten.

Die vollständige Lösung des Rätsels, welches die Schwere und der freie Fall der Körper gegen ein Verdichtungs- oder Gravitationszentrum in sich birgt, wollen wir, als über gewisse Grenzen hinaus unmöglich, nicht weiter ins Auge fassen. Wir wollen uns damit begnügen, darzulegen, daß sich die Schwere auf spezifische Dichteverhältnisse innerhalb des Systems Erde-Mond zurückführen läßt.

Stört man das Gleichgewicht, welches in einer der Ruhe überlassenen Flüssigkeitsmischung eingetreten ist, durch irgend welche Bewegung, so wird dasselbe doch wieder in derselben Weise sich herstellen, sobald die Bewegung oder Störung aufhört. Im speziellen müßte man aber doch an die Lösung eines Kristalles in einer erwärmten Flüssigkeit und an dessen Ausscheidung bei der Abkühlung jener denken.

Diese letztere Betrachtung läßt sich auch auf jeden Körper übertragen, welchem durch eine Momentankraft eine begrenzte Bewegungsintensität in irgend einer Richtung erteilt wurde. Der bezügliche Vorgang wickelt sich wohl viel rascher ab, aber er ist im Prinzip doch ein gleicher, d. h. der Körper kann sich, wenn er nicht eine ganz bestimmte Konstitution besitzt, nicht in jenem Raume erhalten, in welchen wir ihn durch die erteilte Bewegung senden wollten. Daran läßt sich nichts ändern, auch wenn die Physik lehrt, wie wir uns die Geschwindigkeit einer Kanonenkugel berechnen können, damit diese die Erde fortgesetzt umkreist, weil, wie man meint, die Schwerkraft der Kanonenkugel aufgehoben wäre.

Bezeichnet d den Äquatorealhalbmesser der Erde, so müßte die erwähnte Geschwindigkeit

$v = \sqrt{g\,d} = 7900$ *m* betragen und die Umlaufszeit 5064 Sekunden.

Würde man diese Geschwindigkeit einer Kugel tatsächlich erteilen können und das bezügliche Experiment auf dem Äquator anstellen, es dürfte kaum gelingen oder die Theorie bestätigen.

Das analytische Resultat oder die Konklusion betreffs v ist theoretisch wohl richtig, aber dieser Konklusion fehlt die Totalität der Bedingungen

(Prämissen), denn die Kugel besitzt nicht jene Konstitution, die nötig ist, um die Erde fortgesetzt umkreisen zu können.

Von einer beständigen Aufhebung der Schwerkraft durch die Geschwindigkeit v kann absolut nicht die Rede sein; denn die Kugel kann die Erde eben nur infolge der Schwere umkreisen, und würde sie der Schwere nicht mehr unterliegen, dann würde sie sich in gerader Richtung endlos fortbewegen. Das kann aber auch nicht zutreffen, weil die letztere Konklusion rein analytischer und nicht mehr kosmisch-physischer Natur ist.

Zunächst ein Beispiel: An Stelle eines Steines denke man sich eine Eiskugel fortgeschleudert. Dieselbe soll nun, ganz gleichgültig aus welcher Ursache, während ihrer Bewegung plötzlich verdunsten. Sie wird also nicht wie der fortgeschleuderte Stein zur Erde fallen, obwohl in beiden Fällen kein Energieverlust nachweisbar wäre. Die Hinzufügung einer Bedingung würde also genügen, um ein bestimmtes Experiment, jenes mit dem Steine, wesentlich zu modifizieren, soweit es sich um die Fallgesetze handelt.

Das angeregte Thema will noch weiter verfolgt sein. Setzt man, mit Rücksicht auf die Bewegung der Erde um die Sonne in kreisförmiger Bahn und die früheren Betrachtungen über diese Bewegung, für g $R r_1^2$ und für d R, so folgt aus der obigen Gleichung

$v^2 = R r_1^2 . R = R^2 r_1^2$, das ist aber das Quadrat des Bogens, welchen der materielle Punkt in seiner Bahn in der Zeiteinheit durchläuft' auch die Energie der bezüglichen Masseneinheit. Die letztere Gleichung löst sich daher in

$M v^2 = M R^2 r_1^2$ auf, wenn, wie schon früher bemerkt, $v = R r_1$ gedacht wird.

Nimmt man an, die Erde würde plötzlich zum Mittelpunkt der Sonne stürzen, so ist nach den Fallgesetzen für die Fallhöhe h

$v = \sqrt{2gh}$ und infolge $h = R$ und $g = R r_1^2$ $v^2 = 2 R^2 r_1^2$.

In den Fallgesetzen ist aber angenommen, daß die anfängliche Geschwindigkeit gleich Null und nicht $R r_1^2$ sei. Sagt man aber, $R r_1^2$ sei die Fallbeschleunigung, der in jeder Zeitsekunde in der Richtung dieser Beschleunigung zurückgelegte Weg $\frac{R r_1^2}{2}$ und dieser Weg das eigentliche Maß für die Intensität der Beschleunigung, dann ist

$v^2 = 2 . \frac{R r_1^2}{2} . R = R^2 r_1^2$ und die durch den Fall bis zum Sonnenmittelpunkt erlangte Energie ist, wie zuvor, gleich jener in der kreisförmigen Bahn und die Übereinstimmung zwischen den Fallgesetzen und geometrischen sowie analytischen Reflexionen ist wieder hergestellt.

Nach dem dritten Gesetze Keplers ist

$R^3 \eta^2 = R_1^3 \eta_1^2 = R_{11}^3 \eta_{11}^2 \ldots$ u. s. f., wenn sich die verschiedenen Weiser der Reihe nach auf die die Sonne umkreisenden Planeten beziehen, und ob man für diese Bewegungen

$$\gamma = R\eta^2 \text{ oder } \gamma = \frac{R\eta^2}{2};\ \gamma_1 = R_1\eta_1^2 \text{ oder } \gamma_1 = \frac{R_1\eta_1^2}{2} \text{ u. s. f.}$$

setzt, es resultiert

$\frac{\gamma}{\gamma_1} = \frac{R^1\eta^2}{R_1\eta_1^2} = \frac{R_1^2}{R^2}$ u. s. f. auch dann, wenn man statt der Vektoren $R\,R_1$ u. s. f. das Verhältnis derselben zum Sonnenhalbmesser einführt. Was kann es nun beweisen, indem wir sagen, die Zentripetalbeschleunigungen in der Bewegung der Planeten um die Sonne verhalten sich wie umgekehrt das Quadrat ihrer Entfernung von der Sonne? Offenbar doch nur wieder umgekehrt, daß sich die Planeten nach dem Gesetze Keplers bewegen.

Was ist ferner bewiesen, wenn wir sagen, die Schwere auf der Erdoberfläche, d. i. in der Entfernung d vom Erdmittelpunkt, ist gleich g und in der Entfernung r muß sie infolge der Relation

$$\frac{g}{g_r} = \frac{r^2}{d^2} \text{ somit}$$

$$g_r = g \cdot \frac{d^2}{r^2} \text{ betragen.}$$

Auf Grund einer analytischen Analogie wird hinsichtlich eines terrestrischen Phänomens ein Gesetz aufgestellt, welches, wie man sagt, bald auf Synthesis, bald auf Induktion beruhen soll, und welches unbezweifelt bleibt, weil man g_r aus g und umgekehrt dieses aus jenem genau errechnen kann, u. zw. in voller Übereinstimmung mit der Bewegung des Mondes um die Erde. Daß aber weder die Erde noch der Mond sich genau nach einem Kreise bewegen, daß somit die darauf aufgebauten Theorien nicht, zum wenigsten nicht genau stimmen können, das wird verschwiegen und nicht minder auch der Umstand, daß diese Theorien sich auf das dritte Gesetz Keplers stützen wollen, welches im Verein mit den Fallgesetzen Galileis und der von Newton aus der Bewegung des Mondes um die Erde hergeleiteten Formel für die Gravitas g zu dem berühmten Gravitationsgesetze führte.

Newtons Formel zur Bestimmung der Gravitas g aus der Bewegung des Mondes um die Erde

$$\text{a) } g = \left(\frac{2\pi}{t}\right)^2 \left(\frac{r}{d}\right)^3 d^m = \left(\frac{2r\pi}{dt}\right)^2 r^m = \frac{v_m^2}{d^2}\, r^m \text{ gibt}$$

$r = \frac{g\,d^2}{v_m}$ oder, indem man diese Gleichung mit r multipliziert und dividiert,

b) $\frac{r^2}{d^2} = \frac{g\,.\,r}{v_m^2}$.

Hiebei ist der Vektor r der Mondbahn und der Erdhalbmesser d, wie angedeutet, in Meter, die Umlaufszeit t des Mondes um die Erde in Sekunden zu rechnen, während die Geschwindigkeit des Mondes in seiner Bahn in Meter per Zeitsekunde

$v_m = \frac{2\,r\,\pi}{t}$ beträgt.

Man erhält nach Gleichung a) log g = 0·9967863, also etwas größer, da g auf dem Äquator (gleich $9·81^m$) log g = 0·9916690, nach einer sehr beachtenswerten Quelle (nach Möbius) sogar noch kleiner angenommen wird. Es läge nahe, diese Differenz damit zu erklären, daß alle Rechnungsgrößen nicht hinreichend genau ermittelt oder gemessen werden konnten. Dies ist aber kaum der Fall, denn der wahre Grund liegt in den sehr komplizierten gemeinsamen Bewegungsverhältnissen der Erde und des Mondes. Geht man darüber hinweg und setzt man in der Relation b) im Sinne des früher Gesagten

$\frac{v_m^2}{r} = g_m$, gleich der zentripetalen Bewegung des Mondes um die Erde, so erhält man

c) $\frac{r^2}{d^2} = \frac{g}{g_m}$, das bekannte Gesetz über die Abnahme der terrestrischen Schwere mit der Entfernung vom Erdmittelpunkt.

Hiemit wollten wir beweisen, nicht allein was Newton schon bewiesen hat, sondern vor allem, daß wir uns mit dem Gravitationsprinzip sehr eingehend befaßt haben, dasselbe schulgemäß zu behandeln vermögen. In der Gleichung a) und c) fehlen aber dem Skeptiker die Masse der Erde und des Mondes, hingegen findet man in a) das Quadrat einer Geschwindigkeit für den Halbmesser gleich Eins und das Verhältnis zweier Volumen. Betreffs der Gravitas g handelt es sich also überhaupt um die Verdichtung (Kontraktion) einer rotierenden Materie.

Wir werden diesen Gesichtspunkt, welcher darauf hinweist, daß die Schwere doch nur von einem kosmischen Drucke, auch Oszillationszustand, herrührt, später etwas eingehender darlegen.

Nur um den Zusammenhang herzustellen, sei schon hier erwähnt, daß

$\frac{r^2}{d^2} = \left(\frac{2\,k}{g}\right)$ anzusetzen ist, und

$\frac{Mg}{mg_m} = k$ womit man zu anderen Konklusionen gelangt als zu jenen nach Gleichung c), die bloß einen analytischen und keinen physikalischen Wert besitzt.

Eine weitere, spezifisch analytische Charakteristik der Schwere besteht, wie schon mehrfach erwähnt, darin, daß sie nur durch Bewegungsgrößen im allgemeinsten Sinne des Wortes ausgedrückt werden kann. Schon daraus läßt sich schließen, daß die Gravitas g auf der Erdoberfläche von der Bewegungsintensität und der Trägheit aller daselbst befindlichen Materie sowie der ihr aufgezwungenen kontinuierlichen kosmischen Bewegungen abhängen muß. Dividiert man die zuvor errechnete Geschwindigkeit

$v = \sqrt{g \cdot d} = 7900^m$ durch die Geschwindigkeit v_a, welche ein Äquatorpunkt infolge der Achsendrehung der Erde besitzt, so findet man

$\frac{v}{v_a} = 17$ und dieses Resultat steht wieder in vollem Einklang mit jenem einer anderen analytischen Untersuchung, welche beweist, daß die Schwere auf dem Äquator aufgehoben werden würde, sobald die Achsendrehung der Erde 17mal so groß wäre, als sie tatsächlich ist. Das wäre nun auch der Fall, wenn bei der tatsächlichen Winkelgeschwindigkeit eines Äquatorpunktes der Erdhalbmesser 17mal größer wäre. Hiemit wäre aber auch erst die Totalität aller Bedingungen gegeben, damit eine Kanonenkugel den Erdmittelpunkt umkreist, ohne auf die Erde einen Druck auszuüben.

Man kann die kreisförmige Bewegung auch vom Standpunkt der oszillierenden Bewegung des Pendels herleiten. Das Pendel soll durch einen Stoß bestimmter Intensität in Schwingung geraten. Ohne diese Bewegung auch nur im geringsten zu alterieren, soll ein gleich intensiver Stoß dasselbe auch noch in einer zu seiner Schwingungsebene normalen Ebene zum Oszillieren bringen. Das Pendel wird somit eine Kreisbahn beschreiben. Zieht man zwei zueinander senkrecht stehende Durchmesser dieser Bahn, so wird in deren Schnittpunkten mit der Kreisperipherie die stets gleiche Bewegungsintensität eine entgegengesetzte Richtung besitzen und sonach eine Bewegung wahrzunehmen sein, die, jeweilig immer auf zwei diametrale Punkte der Bahn bezogen, einer einfachen Pendelbewegung vollkommen gleicht. Dasselbe gilt aber auch betreffs der Bewegung um $r\mu^2$ in der Richtung eines Durchmessers. Eine solche Bewegung gleicht nun vollkommen den Oszillationszuständen, wie sie die Physik für die Strahlen des Sonnenlichtes (Kugelwellen) lehrt, auch für die Schwingungen einer gestrichenen Saite, wobei sich die Schwingungen aber gleichzeitig auch in longitudinaler Richtung fortpflanzen.

Würde man die Erde nach einem ihrer Durchmesser durchbohren und eine kleine Bleikugel durch diesen Schacht fallen lassen, so lehrt die Theorie, daß unter der *Annahme, das Gewicht der Bleikugel* m g (also eigentlich g) *wäre jeweilig dem Abstande vom Erdmittelpunkt proportional*, diese Kugel den letzteren Punkt wieder mit der Geschwindigkeit von 7900 *m* passieren würde und daß auch jeder Punkt des Erdumfanges diese Geschwindigkeit besitzen müßte, damit die Projektion seiner Bewegung auf den gedachten Durchmesser mit jener der Bleikugel längs dieses Durchmessers übereinstimme.

Diese und ähnliche Betrachtungen und Berechnungen sind gewiß geistreiche und auch für die Schule nützliche Applikationen auf dem Gebiete der Analysis. Mit der Wirklichkeit stehen sie aber in einem sehr losen, zumeist in gar keinem Zusammenhang.

Über die Abnahme der Schwere im Erdinnern weiß man trotz des Gesetzes der Massenanziehung, des mehrfach berechneten Gewichtes der Erde und ihrer Dichtigkeitsverhältnisse eigentlich doch nichts und vor allem nichts Übereinstimmendes.

Das Gewicht der Luft nimmt mit zunehmender Entfernung von der Erdoberfläche ab. Nimmt die Höhe oberhalb der Erde nach einer arithmetischen Reihe zu, so nimmt das Gewicht der Luft in dieser Höhe nach einer geometrischen Reihe ab.

In den Fallgesetzen betrachtete man die Gravitas g als eine konstante Größe. Erst nach Aufstellung des Prinzips der Massenattraktion glaubte man erkennen zu müssen, daß dieselbe mit dem Quadrate der Entfernung abnehme. Man stellte auch Versuche an. Die Schwere muß aber auf einem hohen Berge auch abnehmen, weil der bezügliche Punkt eine größere Umfangsgeschwindigkeit besitzt. Einschlägige Experimente anzustellen, wurde auch nicht verabsäumt. Die erwähnte gesetzmäßige Abnahme der Schwere wäre übrigens solcher Art, daß ein Stein, der von der Höhe gleich dem Erdhalbmesser zur Erde fällt, diese mit fast derselben Geschwindigkeit erreichen würde, als wenn er aus unendlicher Entfernung herabfiele.

Im Grunde genommen, ist es aber gar nicht nötig, an die Abnahme der Schwere mit dem Quadrate der Entfernung zu glauben. Denn, faßt man die Bewegung des Mondes um die Erde ins Auge, sagt man ferner, in dieser Entfernung kann sich nur ein Körper geringeren Gewichtes und anderer Konstitution als die Erde bewegen, und setzt man dieses geringere Gewicht mit $Q = m g_m = m r \mu^2$ an, so ist, nach den konventionellen Maßeinheiten $g_m = r \mu^2$, eigentlich doch nur die Masse m und somit nur indirekt das Gewicht des Mondes diejenige Größe, die uns interessiert und welche hienach zu berechnen wäre. Es handelt sich also wieder nur um Technik

der Analysis, um analytische Anschauungen und Begriffe, die aus dem Keplerschen Bewegungsgesetze hergeleitet sind, und welche erst dann eine Bedeutung erlangen, wenn man sich zu einer Festsetzung des Begriffes „Masseneinheit“ entschließt.

In den zuletzt berührten Fragen kann dermalen die Rechnung, die Analysis, vieles und das Experiment leider noch zu wenig beweisen.

Ist die Massenanziehung der Erde die Ursache der Schwere, dann wüßte ein Lot, wenn man dasselbe in den Erdmittelpunkt brächte und sich daselbst eine kleine konzentrische Höhlung denkt, gar nicht, wohin es fallen soll; es würde aber, wie der Erdmittelpunkt, doch die Bewegung um die Sonne besitzen! Solche Vorstellungen heischt das Prinzip der Massenattraktion, welches selbst wieder nur bloß auf einer Vorstellung beruht.

Auf irgend einem Punkte des Äquators sei ein kleiner Galgen errichtet und an demselben sei ein Lot befestigt. Dieser Punkt besitzt, im Mittel und rund genommen, um die Sonne die Geschwindigkeit von 29 *km* und um den Erdmittelpunkt jene von 0·47 *km*. Infolge der ruhigen Lage des Lotes muß geschlossen werden, daß das Lot und dessen Aufhängepunkt dieselben Geschwindigkeiten besitzen, daß die Verbindung beider durch einen Faden genügt, um auch auf das Lot alle Bewegungen zu übertragen, welchen der mit der Erde fest verbundene Galgen unterworfen ist.

Die beiden kreisförmigen Bewegungen dieses letzteren kann man aber nach dem früher Gesagten als kombinierte oszillierende Bewegungen auffassen, an welchen im großen und ganzen jedes Massenteilchen der Erde, der Galgen wie auch das Lot, gleich intensiv partizipiert.

Die absolute Geschwindigkeit des Aufhängepunktes des Lotes in den beiden kombinierten Kreisbewegungen wird um Mitternacht am größten, um Mittag am kleinsten sein, zwischen diesen beiden Punkten also symmetrisch variieren, desgleichen in den Meridianebenen mit zunehmender geographischer Breite.

Man kann nun allerdings sagen, die Schwere, die Ursache der oszillierenden Bewegung des Pendels, wäre nun glücklicherweise durch Oszillationen der Erde selbst, im Prinzip also die Ursache durch die Wirkung und diese durch jene erklärt. Auch ein Kreisprozeß, jedoch ein sehr natürlicher. Das Lot, als starrer Körper, besitzt eben alle jene Bewegungen, die der Erdkugel zukommen.

Denkt man sich das Lot zum Schwingen gebracht, so behält dasselbe infolge seines Beharrungsvermögens seine Schwingungsebene unverändert bei (Foucaults Pendelversuch), jeder außerhalb der Ruhelage des Pendels liegende Punkt der Erdoberfläche beschreibt aber unter dem schwingenden Pendel einen Kreis oder, nach dem früheren, eine kombinierte Pendelbewegung.

Es läßt sich nun beweisen, daß die Erde sich nicht strenge nach den Keplerschen Lehren um die Sonne bewegt, desgleichen auch nicht der Mond um die Erde; daß sich die Schwingungsebenen beider drehen, u. zw. im Sinne ihrer Drehbewegungen; daß dies hinsichtlich aller Planeten und ihrer Monde zutrifft, und endlich daß auch das Phänomen der Ebbe und Flut mit diesen Oszillationszuständen, vorwiegend aber mit der Achsendrehung der Erde und dem Beharrungsvermögen des leicht verschiebbaren Wassers zusammenhängt. Ja selbst die elliptische und ungleichförmige Bewegung der Erde um die Sonne ist nur die Folge gewisser Oszillationszustände der Erde.

Die Gravitas g läßt sich, wie bereits erwähnt, nach Newtons Formel nur angenähert darstellen. Wir werden sie aus den mannigfachen Bewegungen der Erde und des Mondes und weit genauer, fast vollkommen genau finden, und diese Bewegungen werden sich auf gleichförmige Kreisbewegungen, auf die Bahnexzentrizitäten als Amplitüden einer Oszillation, auf die Bahnbeschleunigungen der bewegten Massen, auch auf deren Fliehkräfte, auf die Energien der Masseneinheit u. s. f. beziehen und sonach ausgesprochen den Beweis liefern, wie die Gravitas nur von der Intensität aller Bewegungen, aller Oszillationen abhängt.

Die Begründung des Prinzips der Massenattraktion muß aber als eine Sisyphusarbeit bezeichnet werden und sie gestaltet sich zu einer solchen nur deshalb, weil das Prinzip rein ersonnen wurde, bloß um die Kraft, welche die kosmischen Körper bewegen soll, einer Vorstellung zugänglich zu machen. Es ist klar, daß eine solche Behauptung, bevor sie ausgesprochen wird, auch an dem Problem der Massenbestimmung dargelegt sein will. Dies kann aber, wie vieles andere, in der Folge nur angedeutet werden und eine eingehendere Behandlung der bezüglichen Probleme wollen wir seinerzeit folgen lassen.

Wir selbst haben ja auch an unser Schulwissen und somit an das Gravitationsgesetz geglaubt und demnach vieles nach diesem Gesetze berechnet, wenn dies überhaupt möglich war, wenn das Gesetz uns nicht im Stiche ließ. Das ist aber öfters der Fall gewesen, und ob wir wollten oder nicht wollten, wir mußten uns den Skeptikern zuwenden und uns mit ihren Ansichten vertraut machen. Wir werden es nicht verabsäumen, wo dieses Gesetz zu Tage tritt, darauf aufmerksam zu machen, *doch vergesse man nie, daß es sich dann stets um das Verhältnis der Masse und einer Flächenwirkung auf dieselbe handelt.*

Hiemit wollen wir unsere Einleitung im guten Glauben schließen, es wäre uns gelungen, den Leser mit unserem Gedankengang so weit vertraut zn machen, daß er bei der folgenden Lektüre bereits einen bestimmten,

prüfenden Standpunkt einnehmem kann und für den Kritizismus seiner Vernunft und seines Wissens eine Anregung findet.

Wo eine gewisse Ordnung und Gesetzmäßigkeit besteht, da soll und muß es leicht sein, ein Phänomen auf gesetzmäßige Wirkungen und diese auf ihre Ursachen und beide, Wirkung und Ursache, auf eine Vorstellung oder Idee zurückzuführen, aus welcher sich dann alle realen und konstatierbaren Phänomene einheitlich, harmonisch und natürlich erklären lassen müssen, u. zw. so natürlich, wie dies unsere natürliche Vernunft, die sich aus der Erklärung und Begründung der natürlichen Phänomene zum natürlichen Verstand emporarbeitet, im allgemeinen gestattet.

Für jene, die es interessieren könnte, möge noch der Weg, der zu manchen merkwürdigen Resultaten führte, jedoch ohne die vielfachen Krümmungen, die er in der Tat aufwies, kurz gekennzeichnet werden.

Die Gesetze Keplers geben das Mittel an die Hand, aus den bekannten Umlaufszeiten die Entfernung der Planeten von der Sonne und aus der Beobachtung der Beschleunigung in der Bewegung eines jeden Planeten die Exzentrizität seiner Bahn zu bestimmen. Auf der Kenntnis der Beschleunigung einer Bewegung beruht aber alle Theorie über ungleichförmige Bewegungen. Dem gegenüber ist es doch einigermaßen befremdend, daß in der Planetentheorie die Bahnexzentrizitäten bloß zur Berechnung der wahren (auch Keplerschen) Bewegung benützt werden und sonst — einfach als ein notwendiges Bahnelement betrachtet — keine Rolle spielen, obschon dieses Element allein den Charakter der Bahn vollkommen festlegt. Muß dasselbe also nicht mit allen Größen und Kräften, welche für die Bewegung eines Planeten maßgebend sein müssen, im Zusammenhang stehen? Die Beantwortung dieser Frage durch bestimmte analytische Relationen muß zu wichtigen Konsequenzen und Konklusionen führen!

Es war wohl nur eine zufällige, aber nach der Theorie über das Trägheitsmoment einer rotierenden Kugel doch berechtigte Idee, das Verhältnis zwischen der Keplerschen Bewegung des Mondes und eines Äquatorpunktes der Erde, mit deren Masse die Mondmasse einstmals zusammenhing, zu berechnen und gleichzeitig zu finden, daß die Quadratwurzel aus diesem Verhältnis gezogen, jene Größe gab, welche die analytische Mechanik aus ihren Untersuchungen über die Abnahme der Schwere auf dem Äquator ableitet, um die Bedingung aufzustellen, damit die Schwere daselbst vollständig aufgehoben wäre. Diese Größe wird in der Folge mit $\sqrt{k}$ bezeichnet. Weiters findet man, daß $\frac{1}{k}$ die Abplattung des Erdsphäroids gibt, ein Umstand, der sehr beachtenswert war, nachdem die astronomischen

Theorien so vielfach auf die Erdabplattung zurückführen, nachdem durch letztere so viele Dinge oder Erscheinungen erklärt werden und nachdem der rein theoretisch erhaltene Wert mit jenem, der aus vielfachen Gradmessungen errechnet wurde, genau übereinstimmt.

Die vollständige Lösung dynamischer Probleme fordert aber auch die Kenntnis der Massen, insbesondere des Verhältnisses der Erd- und Mondmasse, u. zw. einem sehr zuverlässigen Werte nach. Das ist aber nur möglich, wenn alle hiefür maßgebenden Größen selbst auch wieder als zuverlässig betrachtet werden können. Hat man in dieser Hinsicht nicht ausreichende Garantien, so verschwinden nach einigen Rechnungsoperationen alle zwischen den verschiedenen Resultaten bestehenden Gesetzmäßigkeiten vollkommen, und man verfällt dem Skeptizismus um so mehr, als die Mondbewegung beträchtliche Unregelmäßigkeiten aufweist.

Es ist also nötig, vorerst jene Gesetzmäßigkeiten aufzusuchen, die etwa zwischen einzelnen Kardinalgrößen der Erd-Mondbewegung bestehen und welche dann auch die Grundbedingung für die zuvor betonte Ordnung und Gesetzmäßigkeit in der erwähnten Bewegung bilden würden. Ein solches Verfahren führt zur theoretischen Ermittlung der Sonnenparallaxe, der Mondparallaxe, ja selbst auch zu jener des Äquatorealhalbmessers der Erde.

Das bislang von der Astronomie konstatierte, aber völlig unbeachtet gebliebene Prinzip der Bahndrehungen (Bewegung der Apsidenlinie aller Bahnen) gestattet ferner die Berechnung des Verhältnisses der Erd- und Mondmasse. Die Unregelmäßigkeiten in der Mondbewegung lassen sich dann aber noch immer nicht erklären und man kann hiezu nur gelangen, wenn man die Idee faßt, daß die Bewegung der Erde und des Mondes im großen und ganzen wohl nach den Keplerschen Theorien vor sich gehen mag, daß aber in diesem binären System noch eine zweite (innere) Zentralbewegung stecken muß, deren Enträtselung an Hand der sogenannten Nutation der Erdachse möglich wäre. Das bezügliche Problem wird in der Folge auch behandelt werden.

Die Lösung dieses Problems beweist, daß das dritte Gesetz Keplers auch die Gesetzmäßigkeit in der Verdichtung aller kosmischen Massen darstellt, daß es gleichzeitig das Grundgesetz der Kosmogonie ist, und daß in dieser Gesetzmäßigkeit, der Zeit und dem Raume nach, Kontinuität bestand und besteht.

Die Bahnexzentrizitäten drücken ein Bahnstück, auch einen Zentriwinkel aus und zwischen der Bahndrehung des Mondes um den Winkel δ

und der Bahnexzentrizität τ sowie der Exzentrizität der Erdbahn Θ, den bezüglichen Massen m und M und den mittleren Vektoren r und R und endlich auch betreffs der Gravitas g ergeben sich Relationen, die einen tiefen Einblick gestatten, bei der äußerst komplizierten Bewegung der Erde und des Mondes (mehrfache Wirbelbewegung) die Attraktionskraft der Massen als Ursache aller kosmischen Bewegungen aber völlig ausschließen.

Man ist sonach gezwungen, mag man auch ein überzeugter und eifriger Anhänger des bisher gelehrten Gravitationsgesetzes sein, aus diesem Gesetze die Massenattraktion auszuscheiden und sich nach anderen Ursachen zur Erklärung der kosmischen Bewegungen umzusehen.

Die größte Kraftquelle erblicken wir in der Wärme und Elektrizität. Beide werden, sowie das Licht, auf Schwingungs- (Oszillations-) Zustände des Äthers zurückgeführt, die sich nur durch die Intensität der Schwingungen unterscheiden. Über die Schwingungszustände des Sonnenäthers weiß man, sofern nicht speziell jene der Sonnenlichtes in Betracht kommen, so viel wie nichts; aber die theoretische Physik stellt hiefür doch eine Gleichung auf und dieselbe scheint selbst der Bewegung kosmischer Körper vollkommen zu entsprechen. Eine Anwendung derselben auf die Bewegung des Mondes erteilt Aufschlüsse, die mit der sogenannten Keplerschen Bewegungstheorie vollkommen übereinstimmen. Wir werden in der vorliegenden Abhandlung nicht darauf eingehen, weil dies erfordern würde, die Keplersche Planetentheorie so weit darzulegen, daß man den Wert und die Wichtigkeit des erwähnten Umstandes zu ermessen vermag.

Es lag nahe, die für die Erde und den Mond aufgefundenen, ganz allgemeinen Bewegungsgleichungen mit jenen des elektrostatischen und elektromagnetischen Maßsystems zu vergleichen, da letztere doch auf der Basis der Dynamik aufgebaut sind. Der hiebei leicht herzustellende Relativismus führt selbstverständlich zu einer neuen Difinition der Größen, durch welche die Bewegung der Planeten und Monde vollkommen bestimmt ist, und das merkwürdigste Resultat wäre wohl jenes, daß die linearen Exzentrizitäten der Erd- und Mondbahn (E beziehungsweise e), die man doch auch als Amplitüden einer oszillierenden Bewegung auffassen kann, sich auch vom Standpunkt über die Wirkung der Dielektrika, auf welche sich wieder Maxwells elektromagnetische Lichttheorie stützt, als sehr bedeutungsvolle und keinesfalls rein zufällige Größen herausstellen.

Liegen damit bereits genug Gründe vor, das eigentliche Agens für die Bewegung aller Körper des Sonnensystems in den Sonnenenergien zu

suchen, so mußte doch noch eine Bestätigung allgemeinerer Natur wünschenswert bleiben und bei der teils durch die Physik, teils durch die Astronomie festgestellten Lichtgeschwindigkeit im Raume kann eine solche Bestätigung nicht unmöglich erscheinen, wenn auch für das bezügliche Verfahren noch keinerlei Anhaltspunkt geboten war.

Daß die Exzentrizität der Erdbahn, die, wie schon erwähnt, sich auf einen Oszillationszustand bezieht, der doch nur von der Sonnenenergie herrührt, mit der Lichtgeschwindigkeit in Beziehung stehen mag, ist wohl nur eine Vermutung, welche aber nach allem nicht unbegründet erscheinen kann und deren Wert erst vollends klar wird, wenn man sich erinnert, daß

$\Theta = \frac{E}{R}$ ist, daß es sich somit um zwei wesentliche Größen handelt. Doch reißt hiemit der Faden für jede weitere Untersuchung.

Es liegt uns nichts ferner, als die Mühe, welche jede ernstere Arbeit an und für sich fordert, zu übertreiben oder genau zu schildern, wie ergebnisreiche Resultate zur Fortsetzung der Arbeit ermuntern, und welch große Depression sich einstellt, wenn es scheinen muß, alle Mühe wäre doch vergeblich, weil man an einer unüberschreitbaren Grenze angelangt wäre. Die induktive Methode ist es nun wieder, welche die Klippe doch umschiffen läßt.

Die Theorie über Wasserwellen und jene über die Längenschwingungen einer festgespannten Saite führt bekanntlich zu Gleichungen, in welchen auch die Gravitas g vorkommt, also eine Beschleunigung. Die bezügliche Undulations- beziehungsweise Vibrationstheorie bezieht sich eben auf Oszillationszustände irgend einer Materie (des Wassers, der Darm- oder Metallsaite), die der Schwere unterliegt. Damit ist die Idee gegeben, nach den Gesetzen Galileis an eine Beschleunigung in der Fortpflanzung des Sonnenlichtes zu denken und diese zu ermitteln, zumal sich hieraus Schlüsse hinsichtlich des Oszillationszustandes der bezüglichen Materie und nicht minder ihrer Dichte im Raume ergeben müssen, nachdem die Gravitas im allgemeinen auch als eine Verdichtungskonstante erkannt wurde. Diese Schlüsse sind höchst einfacher, der Physik nicht widersprechender Natur; sie erheischen aber selbst wieder auch eine Bestätigung durch die Dynamik der Erde und des Mondes und durch ihre Wechselbeziehungen zur Gravitas (g) der Erde, die in der Bewegung des binären Systems Erde-Mond förmlich das Ewige ist, welches beide Massen beherrscht.

Ohne viel Mühe — weil durch fast unzählige Rechnungen die Logarithmen der wichtigsten Größen sich dem Gedächtnis eingeprägt haben — findet man:

Das Produkt der Lichtgeschwindigkeit, in Kilometer ausgedrückt, mit der numerischen Exzentrizität der Erdbahn

ist gleich dem Verhältnis zweier Wärmemengen, die durch je einen elektrischen Strom bestimmter Stärke einerseits der Erde, anderseits dem Monde in der Zeiteinheit zugeführt werden.

Die einfach nach den Fallgesetzen bestimmte Beschleunigung g_x in der Fortpflanzung des Lichtes, wobei die Lichtgeschwindigkeit V_x als eine Fallhöhe aufgefaßt wird, welche, in Meter ausgedrückt, fast dem doppelten in Kilometer ausgedrückten mittleren Vektor R ist, beruht, wie es sich von selbst herausstellt, weder auf bloß individueller Imagination, noch steht sie ganz inkohärent da, denn sie liefert in Hinsicht auf die zentripetale Beschleunigung der Erde durch den Druck des Sonnenäthers sowie in Hinsicht auf den Atmosphärendruck p auf der Erdoberfläche, auf die Gravitas g, auf die Beschleunigung des Mondes in seiner Bahn (δ), hinsichtlich der Bahnexzentrizitäten u. s. f. sehr wichtige Aufschlüsse.

Michael Faraday, das Prototyp eines scharfsinnigen, unermüdlichen Forschers und Experimentators auf dem Gebiete der scheinbar hyperphysischen Elektrizität, deren Studium und Ergründung sein Leben gewidmet war und der sich insbesonders durch seine Untersuchungen über elektrische Influenz und Induktionsströme so sehr verdient gemacht hat, nannte die Isolatoren, als welche man auch die Gashüllen aller kosmischen Körper betrachten kann, Dielektrika und die Theorie über dieselben läßt sich, wie schon angedeutet, auch auf die Erd-Mondbewegung applizieren.

Es wäre somit nach allem bereits eine Basis gewonnen, um die Planetentheorie auch vom Standpunkte der Theorien über Elektromagnetismus, der mechanischen Wärmetheorie und selbst von jenem der Thermodynamik zu behandeln, respektive zu vervollständigen, da sich Sinn und Bedeutung gewisser Größen, wie z. B. als Kapazität, Flächendichte, Wärmemenge 2c., leicht erkennen lassen. Die mechanische Wärmetheorie ist aber auf die Kenntnis der Temperaturen angewiesen. Vielleicht vermag sie dann zum wenigsten über diese einiges Licht zu verbreiten.

Wir haben in dem oben dargelegten Vorgang nie auf den eigenen Skeptizismus und Kritizismus vergessen. Allen Untersuchungen wurde zunächst stets das Gravitationsgesetz zu Grunde gelegt. Dasselbe vermag aber nichts zu definieren als höchstens eine, wie schon bemerkt, sehr dubiose Abnahme der Schwere. Da aber letztere selbst auch einen sehr relativen Begriff in sich schließt und sich direkt nur auf den Begriff „Masse" bezieht, und weil dieser ferner aus dem Begriffe „Gewicht" und „Beschleunigung der Masse" abgeleitet wird, so ist hiemit das Prinzip der Gravitation in sich bereits vollkommen geschlossen, aber auch verschlossen und vereinsamt

wie eine Auster, der man noch den Begriff „Massenattraktion" zugesellte und der absolut nicht beizukommen ist.

Man muß also zu den von Newton festgestellten Begriffen „Gewicht" und „Massendruck" zurückkehren, von welchen der eine wie der andere das Produkt zweier konstanter Faktoren, also eine konstante Größe darstellt, und wenn von diesem Produkt $M.g$ die eine Größe, jene g mit dem Quadrate der Entfernung von der Erdoberfläche der Masse abnehmen soll, so ist es ebenso richtig, daß die in dieser Entfernung befindliche Masse m daselbst den Druck mg_m ausübt. Für die Erde und ihren Mond ist aber dann

$$\frac{Mg}{mg_m} = k = 294{\cdot}31 \text{ und}$$

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{294{\cdot}31}$$ ist genau gleich der Abplattung des Geoides.

Hierin liegt nun die ganze und immerhin höchst wertvolle Bedeutung, oder auch der Schlüssel der Entdeckung Newtons, seines Gravitationsprinzipes, wonach Mg und mg_m Schwerdrucke bezeichnen.

Wo es sich um Drucke handelt, da muß aber doch etwas vorhanden sein, welches den von einer Masse ausgeübten Massendruck auf eine andere Masse als Massendruck dieser letzteren Masse in einem bestimmten Verhältnis fortpflanzen kann. Hiebei kommen sowohl die Oberflächen der Massen in Betracht als auch der Umstand, daß jedes Medium die Fortpflanzung eines Druckes abschwächt, und zwar infolge der Konstitution des Mediums selbst und einer innerhalb des Mediums geleisteten mechanischen Arbeit, die sich in Wärme umsetzt. Dieses Prinzip findet sogar durch die Lichttheorie seine Bestätigung (Refraktion und Polarisation des Lichtes).

Das reine, das unkommentierte, nicht appretierte Prinzip Newtons kann also für andere, vollständigere Bewegungstheorien eigentlich kein Hindernis bilden, namentlich in Anbetracht der großen Fortschritte, welche die Physik, insbesonders die theoretische Physik, seit Newtons Zeiten aufweist.

Die Quellen, aus denen geschöpft wurde, werden gelegentlich einer eingehenderen Publikation angeführt werden, in welcher wir manches nachtragen wollen, worüber wir hier hinweggehen mußten, um nicht auf einmal so viel zu sagen, daß die leitenden Ideen fast in den Hintergrund gedrängt werden.

Über das Prinzip der allgemeinen Gravitation.

Unter „Gravitation" oder „allgemeine Massenanziehung" — hier wird aber zwischen diesen beiden Begriffen stets streng unterschieden werden — versteht man die aller Materie zukommende Eigenschaft, derzu-

folge jedes einzelne Teilchen jedes andere Teilchen mit einer Kraft oder Intensität anzieht, die durch das bekannte, von Newton aufgestellte Gravitationsgesetz definiert wird.

Man kann die Schwere als unmittelbare Ursache der sogenannten Gravitation, wenn man will, in zweierlei Sinn, d. i. in terrestrischem und in kosmischem Sinne, in Betracht ziehen.

Hinsichtlich der terrestrischen Schwere drückt man das Gewicht P eines Körpers durch

1) $P = mg$ aus, wenn m die Masse des Körpers und g die sogenannte Beschleunigung beim freien Falle der Körper zunächst der Erdoberfläche darstellt.

Unter „Masse" versteht man die Menge des Materiellen, welche in irgend einem bestimmten Volumen enthalten ist. Die Hälfte der Beschleunigung oder Gravitas g stellt bekanntlich den in Meter ausgedrückten Weg vor, welchen jeder Körper in der ersten Zeitsekunde zurücklegt, wenn er in irgend einer kleineren Entfernung von der Erdoberfläche der bloßen Einwirkung seiner Schwere überlassen wird. Die Gleichung 1) definiert nun den Schwerdruck eines auf der Erdoberfläche aufliegenden Körpers.

Der Begriff „Schwere" bedarf hienach scheinbar keiner weiteren Erklärung. Er bezeichnet nach der bestehenden Ansicht eigentlich ein Gewicht auf der Oberfläche einer Kugel bestimmter Masse und bestimmten Halbmessers (M und d für die Erdkugel). Es sei aber, eines besseren Anschlusses halber, schon hier bemerkt, daß diese Definition der Schwere weder klar noch ausreichend ist, denn die Schwere ist eine spezifisch kosmische Größe, die auch von allen Bewegungsintensitäten der Erde und des Mondes sowie durch das Massenverhältnis dieser zwei Gestirne beeinflußt wurde. Alle diese, insbesondere aber auch die etwas veränderlichen (schwankenden) Bewegungsverhältnisse werden stillschweigend und ihrem Mittelwert nach als ein Gleichgewichtszustand angesehen, der das relative Gewichts- und Massenverhältnis der Körper nicht alteriert.

Da ein Körper, seine Masse oder Materie, überhaupt ein Gewicht besitzt, so ist es klar, daß in der Gleichung 1) die Gravitas g oder das Gewicht der Masseneinheit ein besonderes Interesse beansprucht und auf jedem kosmischen Körper von besonderer Intensität sein muß. Wenn daher von der Schwere im allgemeinsten Sinne gesprochen wird, so ist es doch vorwiegend immer die Gravitas, die hiebei im Auge zu behalten ist.

Nach dieser Bemerkung dürfte wohl jedes Mißverständnis ausgeschlossen sein, wenn in der Folge, u. zw. nur der Kürze halber, unter Schwere

nicht bloß das Gewicht, sondern weit häufiger die Gravitas g der Erde oder auch jene der Planeten überhaupt gemeint ist.

Die Gesetze, nach welchen sich die Schwere beim freien Falle der Körper zunächst unserer Erdoberfläche betätigt, hat Galilei durch Experimente festgestellt.

Newton gelang es, durch die genugsam bekannte Formel

2) $g = \left(\frac{2\pi}{t}\right)^2 \left(\frac{r}{d}\right)^3 \cdot d$ die Gravitas zu berechnen und so nachzuweisen, daß es die Schwere ist, welche den Mond in seiner fast kreisförmigen Bahn um die Erde erhält. In dieser Formel bedeutet t die Umlaufszeit des Mondes in Sekunden, r den mittleren Vektor der Mondbahn und d den Äquatorealhalbmesser der Erde in Meter ausgedrückt, um g in Meter für die Zeitsekunde zu erhalten.

Daß die Schwere der Erde (g) von der Masse der letzteren abhängig ist und mit dem Quadrate der Entfernung vom Erdmittelpunkt abnimmt, das kann man aus der Gleichung 2) mit dem besten Willen nicht herauslesen.

Die von Galilei festgestellte Gravitas erscheint aber in der Relation 2) durch gewisse kosmische Größen ausgedrückt. Damit erfuhr der Begriff der Schwere immerhin eine wesentliche Erweiterung und hierin liegt, worüber auch alle Welt einig ist, ein unbestreitbares, großes Verdienst Newtons.

Daß sich die Schwere auch in größerer Entfernung von der Erde geltend macht, das ahnte man schon im klassischen Altertum. Nach Gretschels Lexikon der Astronomie erwähnt Plutarch die Ansicht einiger Physiker über die Feuermeteore, „die auf Wurf und Fall himmlischer Körper beruht", wobei ein Nachlassen des Schwunges als die eigentliche Ursache des Herabschleuderns betrachtet wurde. In einer Abhandlung „über das Gesicht im Mond" bemerkt derselbe Schriftsteller, Plutarch, „daß der Mond, wenn seine Schwungkraft aufhörte, zur Erde fallen würde wie der Stein in der Schleuder". In der zitierten Quelle heißt es weiter: „Das ist aber genau dasselbe, als wenn man in der Redeweise der heutigen Physik spricht, der Mond, von der Erde angezogen, würde zu derselben herabfallen, wenn er sich nicht in ungefähr kreisförmiger Bahn um dieselbe bewegte; die bei dieser Bewegung entwickelte Zentrifugalkraft hält aber der Anziehung der Erde gerade das Gleichgewicht und der Mond bleibt deshalb in seiner Bahn. Simplizissimus (6. Jahrh. n. Chr.), ein Kommentator des Aristoteles, erklärt das Nichtherabfallen der Weltkörper dadurch, „daß der Umschwung die Oberhand hat über die eigene Fallkraft, den Zug nach unten". Kopernikus dachte sich die Schwere als ein allen Teilen der Materie beigegebenes Bestreben, sich zu einem einheitlichen Ganzen in Kugelgestalt zu formieren; und es ist zu glauben, fügte er hinzu, daß diese Eigenschaft auch der Sonne, dem Monde und allen übrigen Pla-

neten zukomme und dieselben hiedurch in ihrer runden Gestalt verbleiben. Ähnlichen Vorstellungen begegnet man auch bei Kepler. In der Einleitung zu seiner neuen Astronomie sagt er: Die Schwere ist ein den bekannten Körpern zukommendes Streben nach gegenseitiger Vereinigung; viel kräftiger zieht die Erde den Stein als der Stein die Erde an. Die schweren Körper fallen nach dem Mittelpunkt der Welt u. s. w.

Newton wollte hinsichtlich einer allen Massen inhärenten, ganz unvermittelt in die Ferne wirkenden Attraktionskraft nichts wissen, denn er lehnte eine solche Zumutung entschieden ab und er überließ es seinen Lesern, zu urteilen, ob sie einen materiellen oder immateriellen Antrieb als Ursache der Schwere anzunehmen geneigt wären.

Das Gesetz über die Zentrifugalkräfte wurde von dem Niederländer Huyghens aufgestellt. Diesem sowie seinen Zeitgenossen Wren und Hooke schreibt Newton auch die Ableitung der Formel für dieses Gesetz aus dem dritten Keplerschen Gesetze zu.

Die zweite Ausgabe der Prinzipien der Naturphylosophie, welche Newton durch den Mathematiker Cotes besorgen ließ, versah letzterer, wie die Geschichte erzählt, mit einem Vorwort, in welchem der Begriff „Massenanziehung" zum erstenmal vorkommt. Eine Attraktionskraft aller Materie, Massenteilchen und Massen könnte wohl die Ursache der Schwere sein und eine solche Vermutung käme gewiß allen zuvor angeführten Ansichten über die eigentliche Ursache der Schwere entgegen, zumal eine Kohäsionskraft der Molekeln eines festen Körpers, eine magnetische und elektrische Anziehung und Repulsion und endlich selbst eine chemische Affinität der Atome bekannt ist. Wir werden auf diese Kräfte und Energien nicht direkt eingehen. Aber schon in der Einleitung wurde namentlich über die gasförmigen Körper vieles in Erinnerung gebracht, woraus zu entnehmen wäre, daß diese Kräfte nicht ganz übergangen wurden.

Im großen und ganzen würde es offenbar nötig sein, zu beweisen, daß alle Massen tatsächlich aufeinander eine bestimmte Anziehungskraft ausüben. Dieser Beweis ist aber nie erbracht worden.

Das Pendel beruht nur auf Wirkungen der Schwere und seine Bewegung (Oszillation) wird berechnet, ohne die Größe der Erdmasse und ohne die Dimension des Erdhalbmessers berücksichtigen zu müssen.

Ist t die Schwingungszeit und l die Pendellänge, so besteht die bekannte Gleichung

$$t = \pi \sqrt{\frac{l}{g}} \text{ mithin}$$

$$g t^2 = \pi^2 \cdot l.$$

Beide Teile dieser Gleichung tragen das Gepräge nach den Fallgesetzen und von einer Massenanziehung findet sich in denselben so wenig eine Spur wie in der Formel Newtons.

Der Versuch, den Cavendish mit der Drehwage ausführte, gehört eigentlich nicht hieher. Durch denselben sollte die von Newton berechnete Dichtigkeit der Erde bestätigt werden. Freilich spielt hiebei die Massenanziehung eines Berges ihre Rolle, aber der Versuch beweist nichts, er ändert an den vorstehenden Darlegungen gar nichts und wir werden auf denselben gelegentlich noch zurückkommen.

Mit dem Begriffe einer fiktiven Massenattraktion wurde in das Prinzip Newtons, welches aber dieses Begriffes nur scheinbar nicht entbehren kann, wenn es verständlich sein soll, jener Skeptizismus hineingetragen, welcher die Geschichte der Naturwissenschaften wie ein roter Faden durchzieht.

Huyghens, der Rival Newtons, trat der Ansicht, die Schwere sei eine Folge der Massenattraktionen, ganz entschieden entgegen. „Das heißt nicht Ursachen enthüllen, sondern Ursachen schaffen, und zwar unklare, keinem Menschen verständliche Ursachen“, ist das Urteil, welches Huyghens über die Begründung der Schwere durch die Massenattraktion fällte. Er war auch stets der festen Überzeugung, daß Newton selbst an die Existenz einer solchen Kraft nie glaubte. Auch Leibniz, Bernoulli u. a. verhielten sich gegenüber dem Prinzip der Massenattraktion skeptisch und hielten nach wie vor an einer etwas modifizierten cartesianischen Wirbeltheorie fest.

Newtons neues System, seine Lehre über die Gravitation, über den Fall aller kosmischen Körper gegen irgend ein Massenzentrum, welche Gravitation gleichzeitig die einzige Ursache aller kosmischen Bewegungen sei, fand selbst in England nur langsam Anhänger und Verbreitung. Am meisten trug hiezu Samuel Clark bei, indem er 1697 eine Übersetzung der Physik des französischen Professors Rahault herausgab, in welcher er nur in der Form von Anmerkungen Newtons und seiner neuen Entdeckungen mit größter Achtung erwähnte. In Frankreich war die Wirbeltheorie Descartes' die herrschende Anschauung über die Ursache aller kosmischen Bewegungen und als Voltaire von seinem dreijährigen Aufenthalt in England (1726—1729), wobei er Gelegenheit fand, sich mit den daselbst herrschenden Strömungen und Anschauungen sowie auch mit den Entdeckungen Newtons vertraut zu machen, zurückkehrte, da warb er auch in Paris um Anhänger für das neue System und Prinzip. Es würde zu weit abführen, sollte aller Momente und Umstände gedacht werden, die sich an die Einführung des neuen Prinzips in die Wissenschaft knüpfen und gleichsam den Leidensweg desselben von seiner Geburt bis auf unsere Tage markieren.

Noch weniger als die allgemeine Massenattraktion ist es bewiesen, daß Ebbe und Flut des Weltmeeres tatsächlich eine Folge jener Attraktion sein sollen, welche der Mond und die Sonne auf das Erdsphäroid, vielmehr auf das Wasser des Weltmeeres ausüben würden.

Nicht minder merkwürdig ist es ferner, daß Newton, ein Verehrer der Methode des Alexandriners Euklid, sein Prinzip rein synthetisch ableitete, und daß es bis heutigentags nicht gelang, dieses Prinzip auch streng analytisch zu behandeln und zu beweisen. Es wird sich in der Folge auch zeigen, daß alle Theorien, die sich auf das Prinzip stützen, nur synthetisch und keinesfalls analytisch aufgebaut sind, so z. B. die Theorie über Zentralbewegungen, und daß im übrigen die Wissenschaft doch nur mit den Fallgesetzen Galileis und mit dem dritten Gesetze Keplers arbeitet.

Heute ist uns von der Schule her nichts geläufiger und fast auch nichts selbstverständlicher als das berühmte Gravitationsgesetz mit seiner nicht bewiesenen, also bloß fiktiven Massenattraktion. Daß das Gesetz besteht und bestehen muß, darüber läßt die Physik und die Mechanik, kein einziges Lehrbuch über dieselben, auch nur den geringsten Zweifel aufkommen. Das Gravitationsgesetz ist natürlich auch das Fundament der theoretischen Astronomie und eine sehr geschätzte, recht ausführliche Abhandlung über letztere ist jene von Dr. W. Klinkerfues.

„Die Gesetze, welche die Materie regieren, sind das Ewige," lautet das Motto zur ersten Vorlesung über das „Problem der drei Körper" und der erste Satz der Vorlesung: „Die Erfahrung (sic!) lehrt, daß jeder Körper im Raume auf einen anderen eine anziehende Kraft ausübt, welche nach dem Newtonschen Gravitationsgesetze der Masse der Körper direkte proportional, dem Quadrate der gegenseitigen Entfernung hingegen umgekehrt proportional ist." Damit ist etwas gesagt, was nie bewiesen wurde, hier aber, wie in allen Lehrbüchern, an die Spitze gestellt werden muß, wenn man die Theorien über Schwere, über die Wirkung konstanter Kräfte und über Zentralbewegung verstehen, eigentlich aber sich suggerieren lassen soll.

Die vorstehenden Ausführungen dürften auch für jene hinreichen, die mit der einschlägigen Literatur nicht vollkommen vertraut sind, um gezeigt zu haben, wie das neue Prinzip anfangs unsicher und schüchtern auf den Plan trat und später ganz dreist verbreitet, gelehrt und vertreten wurde.

Von allen bisher auf dem Gebiete der Naturwissenschaften entdeckten und als Thesen aufgestellten Prinzipien erfreut sich keines einer solch hohen

Wertschätzung als jenes über die fiktive Massenattraktion und der Hinweis auf diesen Umstand, auf die scheinbaren Erfolge dieses Prinzips, bildet stets die stärkste Waffe seiner Anhänger und einen unbezwingbaren Schirm gegenüber allen Angriffen der Skeptiker. Einer stattlichen Reihe Apologisten steht eine nicht minder bedeutende Reihe Skeptiker, darunter Huyghens wohl der bedeutendste, gegenüber. Das Prinzip wurde nie ernstlich bewiesen und die sachlich schärfsten Angriffe auf dasselbe wurden anderseits nie widerlegt, wenigstens nicht in unbezweifelbarer Weise. Den Skeptikern ist es bislang nicht gelungen, das Prinzip durch ein neues zu ersetzen, den Apologisten ist es hinwieder bis heute nicht gelungen, alle Skepsis zu bannen.

Das Gesetz und Prinzip der allgemeinen Gravitation in Verbindung mit dem Begriff „Massenanziehung" ist von inneren Widersprüchen nicht nur nicht frei, sondern es weist so viele derselben auf, daß man allen Grund hätte, sich der Ansicht anzuschließen, das Gesetz sei nur ein Hemmnis für die Wissenschaft, was auch einige Skeptiker bereits aussprachen.

Das Gravitationsgesetz ist ein wissenschaftliches Kuriosum. Diese Überzeugung setzt sich um so mehr fest, je mehr man sich mit dem Gesetze und seinem Verhältnis zu den Begriffen Masse und Schwere befaßt. Ja man gelangt überhaupt dahin, daß das Gesetz nicht besteht und daß man auf dasselbe auch gar nicht angewiesen ist, sobald man sich von demselben ob seiner groben Widersprüche und Unklarheit emanzipiert und zu jenen Gesetzen flüchtet, welche die Physik als erprobt und bewiesen hinstellt.

Will man in der hier erneuert angeregten Sache etwas tiefer auf den Grund gehen, so darf man sich nicht scheuen, zeitweilig auch das Gebiet der Metaphysik zu betreten, allein man denke hiebei ja nicht ausschließlich an jene Metaphysik, welcher Kant wieder zu allen Ehren verhelfen wollte.

Unsere größten Mathematiker, wie z. B. Gassendi, Descartes, Leibniz u. a., waren meist auch Metaphysiker, hingegen Kant Professor der Metaphysik, jedoch auch Mathematiker und insbesondere der Begründer der Kosmologie.

Kant vergleicht, wo nur tunlich, die Metaphysik mit der Mathematik, und hierin liegt schon ein großer Fingerzeig dafür, daß, nachdem Kant die Metaphysik gern als Königin der Wissenschaft hingestellt sehen möchte, beide Wissenschaften, Mathematik und Metaphysik, in ihren Zielen und Verstandesoperationen, also in formaler Beziehung viel Gemeinschaftliches besitzen, ja daß die Mathematik für die Metaphysik fast vorbildlich sein sollte.

Dem sei nun noch beigefügt, daß die Physik ihre meist nur durch das Experiment aufgefundenen und bewiesenen Gesetze ausnahmslos auch als theoretische Physik auf die breiteste und sicherste, d. i. auf die mathematische Grundlage gestellt hat. Die Physik kennt aber keine einzige

Kraft, die nicht an irgend welche Materie gebunden wäre und die zur Fortpflanzung ihrer Wirkungen im Raume nicht irgend welcher Vermittlung bedürfen würde.

Sind die Gesetze, welche die Materie regieren, das Ewige, so sind aber auch die Kräfte, die durch diese Gesetze definiert sind, gleich den Massen selbst, nicht metaphysischer (hyperphysischer), sondern physischer Natur und das größte Problem der Physik, die Bewegung der kosmischen Körper im Raume, kann davon keine Ausnahme machen: es muß auf physische Kräfte und streng physikalisch begründete Gesetzmäßigkeiten zurückgeführt werden, zurückgeführt werden können.

Man mag diese Behauptung als kühn, gewagt, ja als bedenklich ansehen, sie läßt sich aber beweisen, das alles beherrschende Prinzip der allgemeinen Gravitation im Sinne der üblichen Auffassung und Anwendung jedoch nie. Was in der Folge hier geboten wird, um diese Behauptung zu begründen, stützt sich nur auf die Wissenschaft, die einer anderen streng physikalisch begründeten Anschauung und Auffassung der Ursachen aller kosmischen Bewegungen so sehr und so weit vorgearbeitet hat.

Es verlohnt sich, zunächst jene Metaphysik, der unsere großen Mathematiker, ob bewußt oder unbewuß, fast ausnahmslos so erfolgreich gehuldigt haben, etwas näher zu beleuchten, ohne gerade zu tief in die Entwicklungsgeschichte der Analysis einzudringen. Doch muß zuvor folgendes bemerkt werden:

Ist ein Prinzip richtig und stichhaltig bewiesen, dann müssen sich durch Deduktion oder Induktion auch alle Erscheinungen ableiten und begründen lassen, welchen das Prinzip zu Grunde liegen soll. Das war auch der Leitstern Newtons, des großen Mathematikers, Physikers, des Entdeckers der Fluxionsrechnung, kurz eines anerkannten Fürsten der Wissenschaft. Newton hat an seinem großen Werke „Prinzipien der Naturphilosophie (1687)", wie die Geschichte erzählt, fast über zwanzig Jahre gearbeitet, eine Zeit, die bei dem reichen Inhalt eines grundlegenden Werkes wohl kaum besonders groß erscheinen kann. Es ist aber auch kaum zu bezweifeln und teils sogar leicht zu belegen, daß es Newton, da er selbst nicht Astronom und in Dingen über die Beobachtung und Bewegung unseres Mondes auf Flamsteed angewiesen war, viel Mühe kostete, jene Daten zu erlangen, welche notwendig waren, um auf Grund seines Prinzips aus der Bewegung der Erde und des Mondes das zu demonstrieren, was unausbleiblich demonstriert werden mußte, sollte das Prinzip in der Folge unangefochten bestehen. Dies ist, wie bald zu ersehen sein wird, Newton trotz aller Vorsicht und Bedächtigkeit nicht gelungen. Zu den einschlägigen Bewegungserscheinungen der Erde und des Mondes gehören: die Präzession der Nachtgleichen, die

Evektion und die Variation in der Mondbewegung, hieraus resultierende parallaktische Erscheinungen und die physische Libration des Mondes; endlich selbst auch die Ebbe und die Flut, beziehungsweise die Berechnung und die Anlage hinreichend genauer Fluttafeln. Alle diese Erscheinungen kann man in dem Terminus „Das Problem der drei Körper" zusammenfassen, obwohl die theoretische Astronomie hierunter nur jenes Problem astronomischer Dynamik versteht, wenn nur die Erde und der Mond um die Sonne kreisen und alle übrigen Einflüsse, wie z. B. die sogenannte „Planetenanziehung", nicht bestehen würden.

Der Skeptizismus der im Gesetze der Massenattraktionen lag, ward bald gründlich vergessen, und indem die tüchtigsten Mathematiker späterer Zeit, wie Clairaut, Dalembert, Euler u. a. sich auf die analytische Lösung des Problems der drei Körper unter Zugrundelegung des Gravitationsgesetzes verlegten, wurde durch dieses Prinzip für die Analysis eine höchst segensreiche Epoche inauguriert. Ihre heutige Höhe und Vollkommenheit verdankt die Analysis zumeist nur dem eben erwähnten Umstand und für eine volle Würdigung desselben sei nur noch kurz erwähnt, daß Newton bei allen seinen Untersuchungen sich einer spezifisch geometrischen Methode — im Sinne Euklids — bediente, mit welcher aber dem erwähnten Problem nicht recht beizukommen war.

Dalembert machte den Begriff des Gleichgewichtes, die Basis der Statik, auch zum Ausgangspunkt der Dynamik, und Euler, ein Großmeister auf dem Gebiete der Analysis und Mechanik, indentifizierte die Analysis mit der analytischen Geometrie. Wenn früher noch Ketten, Stäbe u. dgl. die feste Verbindung räumlich getrennter Massen versinnlichen mußten, um die Fortpflanzung der Bewegung von einer Masse zur anderen infolge der Einwirkung irgend einer Kraft auf eine der Massen zu demonstrieren und zu berechnen, so gab es nunmehr bloß materielle Punkte an Stelle der Massen (also, im Gegensatze zu Newton, raumlose Massen), Kurven als Bahnen oder Trajektorien der materiellen Punkte und Bewegungsgleichungen (bezogen auf die Koordinatenachsen und Bahnprojektionen), durch welche ein Gleichgewichtszustand der wirksamen, unsichtbaren, bloß gedachten Kräfte ausgedrückt wurde. Jeder Körper wurde für die Analysis zu einem System festverbundener materieller Punkte, von welchem nach Dalembert nur die Bewegung des gemeinsamen Schwerpunktes und dessen Bahn, eventuell auch die Drehung des Systems um diesen Punkt, festzustellen ist.

Diese Analysis ist uns von unserer Studienzeit her nur zu gut bekannt; es ist dieselbe Analysis, welche die theoretische Physik heute noch fast staunenswert erfolgreich anwendet und welche für absehbare Zeiten kaum mehr einer besonderen Entwicklung oder Umgestaltung fähig zu sein scheint.

Diese Analysis ist es aber auch, welche uns unwillkürlich zum Metaphysiker macht, der nicht mehr des physischen Hebels bedarf, um im Geiste die größte Last von der Stelle zu rücken, der nicht mehr nach der Natur des Agens fragt, welches nötig ist, um Bewegung zu erzeugen, Massen in Bewegung zu erhalten und Bewegungswiderstände zu überwältigen.

Der Analytiker strebt nur nach Aufstellung von Gleichungen, die den Zustand der Ruhe, des relativen Gleichgewichtes oder irgend welche Bewegungsvorgänge symbolisieren und hierüber auch ganz abstrakte Vorstellungen festlegen. Es ist bekanntlich nötig, noch über ein weiteres Wissen zu verfügen, um die Festigkeit des physischen Hebels zu berechnen, mittels dessen eine bestimmte Last bewegt werden soll, oder um etwa gar eine chalorische Maschine verlangter Leistungsfähigkeit zu konstruieren.

Das Prinzip von der Zerlegung und Zusammensetzung der Kräfte, wie ja auch die Wurfbewegung, war der Hauptsache nach schon vorher durch Galilei begründet worden.

Die Astronomie muß vorwiegend mit Drehbewegungen sich befassen. Es genügt in dieser Beziehung, nur die gleichförmige Kreisbewegung mit dem konstanten Spiele der beiden (Tangential- und Normal-) Kraftkomponenten ins Auge zu fassen, denn die Vorstellung über diese Bewegung ist nach der Analysis im Prinzip dieselbe wie für jene in einer Ellipse, Parabel, Hyperbel u. dgl. Bei einer elliptischen (Planeten-) Bewegung schwanken die beiden Kraftkomponenten innerhalb bestimmter (sehr mäßiger) Grenzen und die Bewegung ist infolgedessen eine ungleichförmige.

Verzichtet man auf eine genaue Ortsbestimmung der Planeten, so bewegen sich jene unseres Sonnensystems einfach in Kreisen und nach dem dritten Gesetze Keplers um die Sonne.

Nimmt man diesen Standpunkt ein und unterläßt man es nicht, der rein metaphysischen Behandlung des großen und schönen Problems der Planetenbewegung alle Skepsis entgegenzubringen, welche die Physik bedingt und auch zu begründen vermag, so drängen sich sofort gewisse Fragen auf:

1. Wie ist es möglich, daß die Massenattraktion, eine nur direkt gegen das Sonnenzentrum zu gerichtete, dabei konstant, also fortgesetzt nur anziehend wirkende Kraft die Planeten nicht allein gegen die Sonne zu, sondern auch um diese herum treibt?

2. Warum sind die Planeten nicht schon längst zur Sonne und die Monde auf ihre Planeten gestürzt?

3. Wie konnte Newton an den Sturz der kosmischen Massen denken? Ist derselbe bisher nicht eingetreten, wodurch sollte er einstmals veranlaßt werden?

Diese Fragen, die bereits auch solche kosmologischer Natur in sich schließen, lassen sich keinesfalls mit dem einfachen Hinweise auf das Gleichgewicht zwischen der Zentripetalkraft und der Fliehkraft abtun. Erstere kann nicht von einer bloß fiktiven Massenattraktion herrühren, und zudem ist sie nicht wie diese konstant, sondern sie schwankt zwischen ganz bestimmten Grenzen, wofür wieder gesetzmäßig wirkende Einflüsse vorausgesetzt werden müssen. Auch das Experiment mit dem Steine in der Schleuder ist nicht maßgebend und stichhaltig. Würden wir dasselbe auch unter der Glocke einer großen Luftpumpe, also in einem wie so gut luftleeren Raume, ausführen, der Stein würde mit der Schleuder doch zu Boden sinken, sobald die Tangentialkomponente nachläßt oder gleich Null wird.

Über die Bewegung der Planeten in dem sogenannten „leeren Raume" muß man sich also nach den jetzt herrschenden Ansichten und Theorien eine ganz andere Vorstellung machen als die eben erwähnte. Ein gewisser Initialstoß hat seinerzeit allen Planeten und eben so auch den Monden ein- für allemal und somit für die Ewigkeit eine Bewegungsgeschwindigkeit in tangentialer Richtung zu ihrer Bahn erteilt und nur durch die fortgesetzte Einwirkung der fiktiven Massenattraktion gestaltet sich diese Bewegung zu einer nahezu kreisförmigen, im allgemeinen zu einer solchen in geschlossener Bahn. Eine weitere Einwirkung im Sinne der Tangentialkomponente ist völlig ausgeschlossen; denn im leeren Raume sind weder Bewegungswiderstände noch irgend welche Bewegungsimpulse denkbar. Die Tangential- und mit derselben auch die Normalkomponente ist aber, wie schon erwähnt, dennoch veränderlich. An eine vernünftige Erklärung der Bewegung der Kometen mit ungeschlossenen Bahnen darf man schon gar nicht denken.

Zwischen der Physik im Kosmos und der terrestrischen Physik muß hienach also doch ein Unterschied bestehen und man muß sich weiters fragen, wie können wir uns erkühnen, unsere auf terrestrische Experimente aufgebauten physikalischen Erfahrungs- und Grundsätze auch zur Ergründung der Physik des Kosmos anwenden zu wollen?

Es wird sich herausstellen, und etwas anderes kann man ja nicht erwarten, daß zwischen kosmischer Physik und terrestrischer Physik kein Unterschied besteht; daß die Ursache der fortgesetzten Planetenbewegung eine ganz andere sein muß als die Massenattraktion; daß diese Ursache nur in physischen Kräften und Wirkungen zu suchen ist und daß das Prinzip der allgemeinen Gravitation sowie die rein metaphysisch darauf aufgebaute Theorie der Zentralbewegung das Hemmnis waren, daß man nicht schon früher den Ideen jener etwas schärfer nachging, die den in dem berühmten Prinzip enhaltenen Skeptizismus sofort erkannten.

Die Theorien unserer terrestrischen Physik auf den Kosmos anzuwenden, wenn dessen Erforschung überhaupt möglich sein soll, dazu hat man das Recht. Denn speziell in Hinsicht auf die sogenannte Planetentheorie sind die Gesetze Keplers so viel wie die Resultate des großen Experiments der Natur und damit ist im Vereine mit den Fallgesetzen Galileis, beziehungsweise dem Gesetze der Fliehkräfte nach Huyghens, alles gegeben, was als Basis dienen könnte und sollte, um die zwischen den einzelnen Bewegungsgrößen und den wirksamen Kräften bestehenden Wechselbeziehungen klarzulegen und physikalisch zu begründen. Daß hiebei auch die Massen, wenigstens in erster Linie die bewegten Massen, eine Rolle spielen müssen, ist selbstverständlich, hingegen nicht deren Attraktionskraft.

Hält man sich dieses ganz streng formulierte Programm für ein Problem der theoretischen Physik vor Augen, dann bedarf man keines weiteren Gesetzes; denn die Keplerschen Gesetze sowie jene Galileis und Huyghens reichen aus; sie stützen sich zudem auf Tatsachen, auch sind sie von allem Skeptizismus frei. Es ist, wie noch näher zu entnehmen sein wird, fast ein böser Zufall, daß das Gravitationsgesetz das dritte Gesetz Keplers bestätigt und, umgekehrt, dieses wieder jenes. Es handelt sich hiebei aber im allgemeinen um eine Nüancierung, die nur durch eine sehr genaue Beachtung der Keplerschen Planetenbewegung und durch die darauf gestützte Bestimmung des Massenverhältnisses der Erde und ihres Mondes erst klar zu Tage treten kann. Aber so weit sind wir noch nicht und die angeregten Fragen und Zweifel fordern eine noch gründlichere Behandlung.

Eine ideell kreisförmige Bewegung der Planeten, die auch eine gleichförmige sein müßte, gestaltet sich im allgemeinen sofort zu einer elliptischen und ungleichförmigen, wenn man den Planeten in seiner gleichförmigen Kreisbewegung fortgesetzt in normaler Richtung zur Bahn oszillieren läßt, u. zw. zwischen Grenzen (des Vektors), die der Bahnexzentrizität entsprechen, und mit einer Schwingungsdauer, welche so ziemlich mit einem halben Umlauf des Planeten (vom Perihel zum Aphel) übereinfällt. Es ist klar, daß hiemit auch eine Drehung der Schwingungs- (Oszillations-) Ebene verbunden ist, in welcher man auch den Grund hiefür erblicken kann, daß die Drehbewegungen in allen sekundären Systemen im allgemeinen in demselben Sinne wie im Sonnensystem selbst vor sich gehen.

Stellt man die Frage nach der Ursache dieser Oszillation der Planeten in ihrer Bahn beiseite, um ihre Bewegung zunächst nur vom Standpunkt des Prinzips der Massenattraktion zu erklären, so kommt man zu höchst merkwürdigen Betrachtungen.

Im Perihel, wo die Planeten ihre kleinste Entfernung von der Sonne und mithin die gegenseitige Massenattraktion ihr Maximum erreichen, da

sträuben sich dieselben dieser Attraktion uud der Schwere überhaupt zu folgen; ja sie bewegen sich sogar in zu beiden Kräften entgegengesetzter Richtung, um erst just da, wo die gegensätzlichen Bedingungen und Verhältnisse obwalten, dem Gesetze der Schwere wieder zu folgen. Die Logik schweigt zu der Theorie über das Spiel der beiden metaphysischen Kraftkomponenten, aber sie ist verstimmt, und die Phylosophie schüttelt nachdenklich ihr greises Haupt.

Zu einer ähnlichen Schlußfolgerung führt das mathematisch symbolisierte Prinzip der Massenattraktion. Ist S die Masse der Sonne, M jene der Erde, R der Abstand beider Massen, so wird die Attraktionskraft K durch

3) $K = -\frac{k^2 S M}{R^2}$ ausgedrückt. Man nennt dies auch die Kraftfunktion.

Das negative Vorzeichen fordert die Analysis, die elliptische Bahnkurve, der Umstand, daß die Sonnenmasse den einen der beiden Brennpunkte der elliptischen Bahn des Planeten einnimmt, und daß dieser Punkt auch gleichzeitig den Ursprung des bezüglichen Polar-Koordinatensystems bildet. Das ist, nebenbei bemerkt, ganz nach Kepler arrangiert. Der Ausgangspunkt der elliptischen Bewegung wird in allen Abhandlungen über Zentralbewegung selbstverständlich in das Perihelium des Planeten verlegt und das negative Vorzeichen aber damit motiviert, daß die Zentralkraft K oder auch jene S*) den Abstand der Masse M zu verkleinern strebt. Vom Beginne der Bewegung im Perihel bis zur Erreichung des Aphels, also durch die erste Bahnhälfte hindurch, nimmt aber der Vektor stetig zu.

Man betrachtet Mathematik und Analysis als eine allgemein verständliche Gelehrten- und Zeichensprache, als ein vorzügliches geistiges Disziplinierungsmittel für richtiges und exaktes Denken und gleichzeitig als den härtesten Prüfstein für unsere Erkenntnisresultate.

Das Mangelhafte an unseren Theorien über Zentralbewegung tritt aber noch deutlicher hervor, wenn man bedenkt, daß sie die oszillierende Bewegung der Planeten, die Bahnexzentrizitäten, von welchen der Charakter der Bahn oder Trajektorie abhängt, gar nicht zu definieren vermögen, und daß sie über die so wichtige Erscheinung der kontinuierlichen Drehung aller Bahnapsiden (großen Achsen der Ellipsen) sowie über die Änderung der Lage aller Knotenlinien ruhig hinweggehen und hiefür bisher auch keine Erklärung finden konnten. In diesen Hand in Hand gehenden Erscheinungen liegt aber das Arkanum, durch dessen Ausnützung sich viele Schatten zerstreuen lassen, besonders wenn man sich zu einigen großen Entschlüssen aufraffen will.

*) Sofern die Attraktionskraft der Masse proportional ist.

Die Drehbewegung des Steines in der Schleuder ist eine solche, die eine feste oder starre Verbindung derselben mit seinem Drehzentrum voraussetzt, und sie gleicht im allgemeinen auch jener des Kranzes eines Schwungrades, ganz besonders aber jener eines Konuspendels (Zentrifugalpendels) als Regulator einer Dampfmaschine. Ein solches Konuspendel, bei welchem der momentane Abstand von der Drehachse je nach der Drehgeschwindigkeit veränderlich ist, gemahnt bereits einigermaßen an die Oszillation in allen Planetenbewegungen, jedoch nicht vollständig, nachdem es im Kosmos keine starren Verbindungen gibt.

In den zuvor dargelegten Widersprüchen und Widersinnigkeiten offenbart sich nur ein Widerstreit, der sich aus der rein mathematisch-metaphysischen Behandlung des Problems der Zentralbewegung gegenüber unserer Experimentalphysik unvermeidlich ergeben muß, weil man vergißt, daß diese Experimente nur an starren Körpern und Systemen ausgeführt werden, und daß zu allen Planeten noch etwas hinzugehört, welches das letztere Attribut für die Planeten als kosmische Körper wesentlich modifiziert.

Unsere, der sogenannten Planetentheorie zu Grunde gelegten Vorstellungen sind darum falsch und es wäre ein schlechtes Palliativmittel wollte man sich damit aus der Affaire ziehen, indem man sagen würde, mögen die eigentlichen Ursachen und die treibenden Kräfte für die Planeten was immer für einer Art sein, im großen und ganzen gibt die Analysis dieselben an Hand des Prinzips der Massenattraktion richtig wieder und die bezüglichen Resultate sind, wofern sie nicht auch genau stimmen, wenigstens plausibel.

Insolange dieser oder ein ähnlicher Standpunkt nicht verlassen wird, hat die Philosophie selbst hinsichtlich des größten Prinzips der Prinzipien der Naturwissenschaften ein begründetes Recht zu behaupten, die letzteren seien von Widersprüchen nicht frei und gehen zum Teil von Voraussetzungen aus, die nicht näher geprüft wurden. Wenn es nun die Aufgabe der Philosophie ist, jene Voraussetzungen zu prüfen, die Resultate der Einzelwissenschaften zur Übereinstimmung zu bringen und durch deren einheitliche Verarbeitung den Zusammenhang in unserer realen oder Erfahrungswelt herzustellen, so ist dies in Ansehung der hier berührten Fragen so viel als: die Philosophie fühlt sich auch zum Mentor der exakten Wissenschaften berufen. Man könnte hierüber eine sehr weitgehende Betrachtung anstellen. Doch kann es genügen, daran zu erinnern, daß Widersprüche nicht bloß erkannt, sondern auch behoben sein wollen, und daß die Philosophie, insolang ihr dies nicht gelungen ist, darum auch nie höher stehen kann als die Wissenschaft mit all ihren momentanen Irrtümern. Das will gesagt und

beachtet sein. Zwischen Philosophie und Naturwissenschaft kann ja, soweit ihr Gebiet ein gemeinsames ist, kein Antagonismus bestehen. Die Wissenschaft wird jede Berichtigung seitens der Philosophie dankbar annehmen und diese letztere akzeptiert hinwieder alle einwandfreien Resultate der Wissenschaften. Im klassischen Altertum waren die Philosophen Lehrer; heute gibt es Lehrer, Forscher und Philosophen und vor allem sehr viele Bücher. Den exakten Wissenschaften können aber solche Vorkommnisse, wie sie hinsichtlich des Prinzips der Massenattraktion zuvor angeführt wurden, nicht gut anstehen.

Huyghens, der Rival Newtons, hat es stets vermieden, rein metaphysischen oder abstrakten Spekulationen nachzugehen. Das bewies er auch durch seine Undulationstheorie des Lichtes und die Annahme eines indulierenden Mediums, lange bevor diese Anschauung durch das von Fresnel, dem hervorragendsten Pfadfinder auf dem Gebiete der Optik, ausgeführte, höchst interessante Experiment gestützt werden konnte. Vor diesem Experiment war es noch möglich, auch Huyghens hinsichtlich des Sonnen- oder Weltäthers zu den Vertretern metaphysischer Theorien zu zählen, heute wohl nicht mehr.

Von den früher berührten Entschlüssen, zu welchen sich die Wissenschaft aufraffen muß, ist wohl jener der größte und bedeutungsvollste, sich zu entscheiden, ob die Annahme eines „leeren Raumes“ berechtigt ist und ob diese Annahme nicht durch jene eines vom Äther erfüllten Raumes ersetzt werden kann, ja ersetzt werden muß. Auch hinsichtlich dieser Entscheidung beziehungsweise Frage wirkt das Prinzip der Massenattraktion und die von Newton vertretene Emissionstheorie des Lichtes nur verwirrend. Letztere Theorie ist seit den Entdeckungen Youngs und durch Fresnels Experiment endgültig begraben; der leere Raum, also ein Raum, in welchem nichts schwingen kann, ist aber geblieben, trotzdem, daß Fresnel ad oculus bewies, daß das Licht nur auf Schwingungszuständen des Äthers beruhen kann.

Nach der Emissionstheorie Newtons sollte das Licht, welches doch nur von unserer Sonne ausgeht, aus konkreten Teilchen bestehen, die mit ungeheuerer Schnelligkeit vom leuchtenden Körper ausgesendet werden und *je nach Umständen von den beleuchteten Körpern bald eine Anziehung, bald eine Abstoßung erfahren.*

Es ist klar, daß zwischen einem Raume, der beständig von diesen konkreten Teilchen erfüllt ist, und einem solchen, der vom Äther okkupiert ist, eigentlich kein Unterschied besteht, sofern weder die konkreten Teilchen noch der Äther direkt nachweisbar sind. Aber der Raum wäre auch nach Newtons Ansicht dennoch leer und das Agens für alle Bewegung liegt in den Massenattraktionen, die nie bewiesen wurden, und in einer ganz unver-

mittelten Fernwirkung derselben, die sich nicht umgehen läßt, dazu aber ganz unfaßlich, unvorstellbar ist und es bleibt, wie nicht minder das scheinbar ganz von dem Belieben der Planeten abhängige Verhalten genenüber den konkreten Teilchen. Dieses Belieben forderte aber eben das Prinzip der Massenattraktion in Hinsicht auf die oszillierende Bewegung der Planeten.

Es ist höchst interessant nachzulesen, was Voltaire*) nach seiner Rückkehr aus London schrieb, um einen Vergleich der Pariser Weltanschauung mit den Ätherwirbeln Descartes und der Londoner Weltanschauung mit dem leeren Raume, in welchem nur die Attraktionskräfte alle Massen beherrschen, zu bieten, und um, was verhältnismäßig rasch und vollständig gelang, auch seine Landsleute für das neue System zu gewinnen. Aus diesem Vergleiche kann man aber, wenigstens nicht unbedingt, folgern, daß auch Voltaire selbst für das neue System so ganz ohne Vorbehalt eingenommen gewesen wäre.

Unsere neueren Mathematiker bedürfen gleich den Physikern, wenn sie sich mit der Fortpflanzung und Intensitätsbestimmung der Licht-, Wärme- und elektrischen Wellen befassen, also im allgemeinen mit der Fortpflanzung der Sonnenenergien, des Äthers als vibrierendes oder indulierendes Medium, das nicht nur den unermeßlichen Raum ausfüllt, sondern auch unsere Atmosphäre und selbst die meisten Körper durchdringt. Sie sagen aber, daß der Raum vom Äther okkupiert ist, das mag eine Hypothese sein; sie ist aber unentbehrlich und ein recht bequemes Mittel, um mit Transversal- und Longitudinalschwingungen (Kugelwellen) rechnen, die Brechung und Polarisation des Lichtes u. s. f. erklären zu können. Man sieht, daß die

---

*) Er schreibt: „Wenn ein Franzose in London ankommt, so findet er einen großen Unterschied in der Philosophie sowohl als auch in den meisten anderen Dingen. In Paris verließ er die Welt ganz voll von Materie, hier findet er sie völlig leer davon. In Paris sieht man das Universum mit lauter ätherischen Wirbeln besetzt, während hier in demselben Raume unsichtbare Kräfte ihr Spiel treiben. In Paris ist es der Druck des Mondes, der die Ebbe und Flut des Meeres macht, und in England ist es umgekehrt das Meer, das gegen den Mond gravitiert, so daß, wenn die Pariser von dem Mond eben Hochwasser verlangen, die Herren in London zu derselben Zeit ihre Ebbe haben wollen. Unglücklicherweise läßt sich dieser Streit nur von dem entscheiden, der bei der Schöpfung des Mondes gegenwärtig gewesen ist und eben in diesem Augenblick die erste Flut unserer Meere beobachtet hat. Bemerken wir noch, daß die Sonne, die in Frankreich mit der Ebbe nichts zu tun hat, hier im Gegenteil den vierten Teil der ganzen Arbeit übernehmen muß. Bei euch Cartesianern geschieht alles durch den Druck, was uns anderen nicht recht klar werden will; bei den Newtoneanern aber wird alles durch den Zug verrichtet, was aber nicht viel deutlicher ist. In Paris malt man uns die Erde an ihren Polen länglich, wie ein Ei, und in London ist sie abgeplattet, wie eine Melone." Wer sollte da nicht an Protagoras denken?!

Diese treffliche Schilderung bezieht sich also wieder auf einen prinzipiellen Widerstreit, der nicht möglich wäre, würde er sich nicht auf eine dem sogenannten Gebiete der Metaphysik angehörige Frage beziehen.

Mathematiker in einer so wichtigen Frage plötzlich der Metaphysik aus dem Wege gehen, gerade so wie die Physiker selbst, nur um sich nicht in scheinbar unnütze Disputationen einlassen zu müssen. Die Metaphysik ist eine Domäne der Philosophie, wie und wann könnte diese letztere entscheiden?

Für den „leeren Raum“ läßt sich nicht ein einziger stichhaltiger Grund anführen; für den „äthererfüllten Raum“ werden sich in der Folge aber noch andere natürliche Gründe ergeben. Selbst die epochemachende elektromagnetische Lichttheorie Maxwells, die sich auf Faradays Prinzip der Dielektrika stützt, reichte nicht dazu hin, um die Existenz eines Mediums für die Fortpflanzung aller Energien allgemein zu begründen. Um diesen Umstand besser würdigen zu können, ist es angezeigt, sich zu erinnern, daß die Kapazität eines elektrischen Kondensators und somit auch die Flächendichte der auf dem Kondensator angesammelten Elektrizität durch Anwendung eines Dielektrikums gesteigert werden kann.

Für die Fernwirkung elektrischer Mengen und magnetischer Massen gilt das Coulombsche Kraftgesetz, welches dem Gravitationsgesetze so ähnlich ist wie ein Ei dem anderen. Man muß nun nicht sofort denken, es könnte sich um die Elimination der Massenattraktionen und um deren Ersatz handeln, indem man die Planeten als elektrische Kondensatoren oder als magnetische Massen erklären würde. Daran, an magnetische Massen, haben auch Newton und Kepler gedacht, ersterer aber nur bevor er sein Prinzip der Gravitation verkündete. Die Planeten, ihre festen Kugelmassen, als magnetische Körper zu definieren, das hat die Wissenschaft bisher nicht gewagt, namentlich mit Hinblick auf den großen in der höchsten Glühhitze befindlichen Sonnenball, und weil konsequenterweise auch die Schwere auf magnetische Wirkungen zurückgeführt werden müßte. Aber es fällt nicht schwer, wovon hier noch abgesehen sei, nachzuweisen, daß die Hüllen, die Atmosphärenhüllen der Planeten und Monde, in ihrer Eigenschaft als Isolatoren im Verein mit den Bahnexzentrizitäten die Rolle der Dielektrika spielen. Denkt man an elektrische Wellen, die neben den Licht- und Wärmewellen sich in den Hüllen dieser kugelförmigen Kondensatoren fortpflanzen, u. zw. vorwiegend in deren Schwingungs- nnd Rotationsebenen, sowie ferner daran, daß nach der bezüglichen Theorie in normaler Richtung zu den in den einzelnen Schichten sich bewegenden Planwellen gleichzeitig auch magnetische Änderungen vor sich gehen, so können die Planeten und Monde zwar nicht an und für sich, wohl aber in Hinsicht auf ihre Hüllen als elektrische Kondensatoren mit magnetischen Erscheinungen betrachtet werden. Eine solche Vorstellung steht mit der Physik unserer Erde im großen und ganzen nicht nur nicht im Widerspruch, sondern im vollen Einklang.

Die eben angestellte Betrachtung wurde hier eingeschoben, nur um zu zeigen, **wie das Prinzip der Massenattraktionen alle Aufmerksamkeit von den natürlichen Energien und deren Wirkungen vollständig abgelenkt hat**, zumal, wie hervorgehoben wurde, das Prinzip und das Coulombsche Gesetz fast identisch sind. Eine Ausnahme wäre nur betreffs der bis in die neueste Zeit zu verfolgenden Versuche mancher Skeptiker zu verzeichnen, die aber wieder alles nur durch den Äther und seine nicht hinreichend genau bekannte Bewegungsvehemenz erklären wollten und auf die Atmosphärenhüllen der Planeten sowie auf die daraus entspringenden Wechselwirkungen gänzlich vergaßen.

Untersuchungen anderer Art, namentlich solche, die auf die Gewinnung einer analytischen Basis für eine streng wissenschaftliche Behandlung der Kosmologie hinausgehen, führen zu weiteren wichtigen Ergebnissen: Die Gravitas ist eine Verdichtungskonstante, wahrscheinlich auch jene der übrigen Planeten; zwischen Physik und Kosmophysik besteht kein Unterschied; das die Bewegung aller Massen (Materie) regierende Gesetz ist ausschließlich das dritte Gesetz Keplers und das Archimedische Prinzip; der große Verdichtungsprozeß, durch welchen unser Sonnensystem entstand, wurde kontinuierlich von diesen Gesetzen beherrscht; **der Begriff der Unverwüstlichkeit der Materie muß noch durch jenen einer gewissen Kontinuität derselben im Raume ergänzt werden**; die Erdabplattung, welche in der Astronomie betreffs mehrerer Probleme sowie auch in der Kosmologie Kants eine so bedeutende Rolle spielt, beruht auf streng Keplerschen Gesetzmäßigkeiten und nicht auf jenen des Prinzips der Massenattraktion, und für die Gravitas der Erde, die nur nach unseren rein analytisch-metaphysischen Vorstellungen einstmals, d. i. bei größerer Ausdehnung der letzteren, weit kleiner war, gibt das Gesetz Keplers, als Gesetz für die Fortpflanzung aller Energien, einen Wert, der weit genauer ist, als jener nach Formel 2) berechnet. **Für die Gravitas ergeben sich übrigens so viele übereinstimmende Werte verschiedenster Provenienz, daß das Wesen derselben analytisch eine Beleuchtung erfährt, wie sie nach Newtons Formel nicht möglich ist**, nachdem in derselben, wo doch die Massen die Träger der Attraktionskräfte sein sollen, das Massenverhältnis der Erde und des Mondes gar nicht enthalten ist.

Kant erzählt in seiner Kritik der reinen Vernunft: „Ein Philosoph wurde gefragt, wie schwer der Rauch sei? Er antwortete: Ziehe von dem Gewichte des verbrannten Holzes das Gewicht der Asche ab und du erhältst das Gewicht des Rauches." Diese Antwort ist hinsichtlich des von der Asche aufgenommenen Sauerstoffes wohl nicht streng richtig. Der Philosoph aber

ist Lavoisier, der die Wage in die Chemie einführte, und der Rauch, der sich in dem Verdichtungsprozesse entwickelte, durch welchen unser Sonnensystem und eine Unzahl ähnlicher Welten entstanden, ist der Äther, das Fortpflanzungsmedium für die Energien aller Sonnen.

In dem gedachten Prozesse hat weder die Sonne noch irgend einer der Planeten und Monde alle Materie zum festen Aggregat zu verdichten vermocht, weil der Prozeß mit einer Erwärmung, schließlich sogar auch mit einer Erhitzung der Materie verbunden war. Die Wärme wirkt aber der Schwere entgegen und die Substanz, an die sie abgegeben wurde und gebunden blieb, das feinste, dünnste und leichteste aller Gase, also der Äther, hat wie jene das Bestreben, den ganzen verfügbaren Raum auszufüllen. Diese Vorstellung über ein äußerst dünnes und leichtes Gas fordert zum wenigsten die Physik. Die Photosphäre der Sonne und die Atmosphäre der Erde führen übrigens in dieser Hinsicht die beredtste Sprache.

Man frägt heute bereits sehr lebhaft danach, bis zu welcher Entfernung unsere Atmosphärenhülle reichen dürfte. Einzelne haben dies bereits berechnet, obschon dies eigentlich gar nicht zu berechnen ist, da nach dem Prinzip der Kontinuität der Materie im Raume die Kenntnis gewisser Daten nötig wäre, die kaum vollständig mit jenen übereinfallen dürften, die etwa aus dem durch die Physik festgestellten Gesetze über die Dichteabnahme unserer Atmosphäre in größeren Höhen entspringen. Die Bemühungen hiezu sind aber im besten Zuge.

Es wird übrigens bald zu erkennen sein, daß sich ein besonderes Interesse eigentlich an die Frage knüpft, bis zu welchen Entfernungen die Erde und der Mond einerseits in ihren gemeinsamen Bewegungen, innerhalb des durch dieselben repräsentierten engeren Systems, und anderseits in ihrer gleichfalls gemeinsamen Bewegung um die Sonne, also als System im Sonnensystem, ihre Kreise zu ziehen vermögen, oder mit anderen Worten, bis zu welchen Entfernungen die Aktionen und Reaktionen aller Hüllen reichen.

Noch aktueller ist aber die Frage: Wovon rührt denn eigentlich der Atmosphärendruck her? Nach den bezüglichen Theorien der Physik könnte man diese Frage als eine müßige betrachten. Das ist sie aber nicht, denn die Schwere der Luft ist doch nicht die Folge der Massenattraktionen. Jene, die Schwere, besteht, letztere nicht und nie. Wo ein Begriff ausreicht, um mittels derselben alle einschlägigen Erscheinungen zu erklären, da ist es nicht angezeigt, denselben noch mit einem zweiten Begriffe zu verknüpfen, der nie genau definiert wurde und nie zu begründen ist. Es gibt Massen, die durch den Verdichtungsprozeß und durch die gleichzeitige Einwirkung der

Schwere sowie der Sonnenenergien entstanden sind, und diese Anschauung genügt, sie reicht zu allem aus.

Die Schwere besteht. Alle Materie, jedes Molekel, jedes Atom derselben unterliegt der Schwere und nicht der Massenattraktion. Von einer chemischen Affinität u. s. w. wird abgesehen. Die Schwere ist nun auch abhängig vom Aggregatzustand der Materie (des Stoffes) und von der gesamten Bewegungsenergie, welche die Materie momentan in ihrer Bewegung und an ihrem Orte und Raume besitzt. Erst nach Beobachtungen, die der französische Gelehrte Richter an seiner Pendeluhr in der Nähe des Äquators (Cayenne) anstellen konnte, wurde es klar, daß die Gravitas kleiner wäre, würde sich die Erde rascher um ihre Achse und um die Sonne drehen, und einen noch maßgebenderen Beweis hiefür bietet das Wasser mit seinem in unseren Tropen fast ewigen Wechsel des Aggregatzustandes, wie nicht minder das Bestreben der Physiker, die bislang als nicht koerzibel bezeichneten Gase zu verflüssigen (Wasserstoff und Helium), was doch nichts anderes heißt, als dieselben in höherem Maße der Schwere zu unterwerfen. Die Wärme wirkt der Schwere entgegen und sie folgt derselben nur insoweit als die Materie, an welche oder durch welche sie gebunden ist. Von der Wärmeleitung (Bewegung der Wärme) sei wieder abgesehen. Jedes Gas bedarf für seinen Bestand einer gewissen latenten Wärmemenge. Wärme ist aber gleichbedeutend mit Arbeit (Energie) und die latente Wärmemenge (innere Energie) wird tatsächlich in allen Gasen dazu aufgewandt, um die Molekeln in steter, mehr oder minder vehementer Bewegung nach allen Richtungen im Raume zu erhalten, und um das Volumen des Gases erst dann zu vergrößern, wenn die zugeführte Wärmemenge ein gewisses Maß (jenes der erforderlichen latenten Wärme) überschreitet. Der Aggregatzustand eines jeden materiellen Körpers (im allgemeinsten Sinne auch die Konstitution der Materie) kann durch eine natürliche oder künstliche Zufuhr an Wärme und jener der flüssigen und gasförmigen Körper auch umgekehrt durch eine ausreichende Abkühlung verändert werden. Die theoretische Physik hat daher den Begriff „Zustand eines Körpers" sowie die Begriffe „kritisches Volumen", „kritischer Druck" und „kritische Temperatur" festgestellt, definiert. Alle diese Begriffe hängen aber innig mit jenem „innere Energie" zusammen und das will auch hinsichtlich des Verdichtungsprozesses unserer Erde mit ihrem Weltmeer und ihrer Atmosphärenhülle ernstlich berücksichtigt sein.

Aber auch alle sichtbaren (kinetischen) oder Bewegungsenergien sind nur die Folge der Einwirkung der Wärme, deren Intensität im Raume variiert.

Man ist selbst heute noch fast allgemein der Ansicht, die Verdichtung wäre im Innersten der Erde am größten und ebenso die Temperatur daselbst

die größte. Letzteres kann kaum direkt bestritten werden, aber die seinerzeit daselbst bestandene weit höhere Temperatur war offenbar ein Hemmnis für eine ganz besondere Verdichtung der Materie, während anderseits die Verdichtung, die sukzessive Verdichtung in den äußeren, einer rascheren Abkühlung ausgesetzten Schichten viel günstigere Verhältnisse fand. Die Geologie setzt aus naheliegenden Gründen mit ihren Betrachtungen sofort beim feurigflüssigen (doch schon festgeballten) Erdball ein. Über die Mächtigkeit der Erdkruste ist man nicht ganz einig und sicher und über die Beschaffenheit des Erdinnern weiß man nichts Bestimmtes. Es kann nicht die Absicht sein, auf die Details des Verdichtungsprozesses einzugehen, zumal sich dieselben kaum feststellen lassen. Aber die eben berührten Umstände mußten, als hieher gehörig, gestreift werden, weil man sich hierüber gern äußerst einfache Vorstellungen macht, und auch weil hier schon alle Erwägungen für die Bestimmung der Dichtigkeit der Erde einsetzen müssen, welche keinesfalls so einfacher Natur sind, wie aus den bezüglichen Andeutungen Newtons zu entnehmen wäre.

Die mechanische Wärmetheorie und die kinetische Theorie der Gase werden dermalen noch vorwiegend für die nächstliegenden Interessen, wie z. B. für die Ausnützung kalorischer Maschinen, oder im Interesse physikalischer Theorien behandelt, wobei immer nur Gase bestimmter Temperatur sowie beschränkten Volumens in Betracht kommen. Die Anwendung der erwähnten Theorien auf kosmische Verhältnisse würde noch auf große Schwierigkeiten stoßen. Diese dürften aber wie viele andere von der Wissenschaft auch noch überwunden werden, so daß das große Problem der Physik auf eine ganz einheitliche Basis, d. i. auf jene der Thermodynamik, zurückgeführt werden könnte. In ganz groben Zügen ist dies schon jetzt möglich. Vom Aphelium bis zum Perihelium nähern sich die Planeten der Sonne. Ihrer Hülle wird sukzessive mehr Wärme zugeführt und sie dehnt sich aus. Im Perihelium erreicht diese Ausdehnung nahezu ihr Maximum, gleichzeitig aber auch die innere Energie oder Spannung in der Hülle. In diesem Punkte ihrer Bahn befinden sich die Planeten im Äther relativ größter Dichte und der ihm im Raume (der Bahn) zukommenden größten, eigenen inneren Energie. Nach dem Archimedischen Prinzip, welches auch für diese Vorgänge gilt, muß ein „kosmischer Auftrieb" eintreten oder ein Abstoßen von der Sonne, welche Erscheinung aus dem Gesetze der Massenanziehung nie abgeleitet werden kann.

Nach dem Archimedischen Prinzip, Experiment mit dem Wagmanometer, nimmt das Gewicht eines Körpers (einer Kugel) auch in der Luft (im Äther) ab, wenn sich das Volumen der Kugel bei gleichem Gewichte und

gleicher eingeschlossener Luftmenge vergrößern würde. Man kann es dahingestellt bleiben lassen, ob sich der Leser vorstellt, daß die Dichte des Äthers gegen die Sonne zunimmt, oder, was offenbar auf dasselbe hinausgeht, ob die Energie und abstoßende Wirkung des Äthers in radialer Richtung in irgend einem, jedoch umgekehrten Verhältnis zur Entfernung von der Sonne steht. Die Applikation des Archimedischen Prinzips in der eben berührten Art läßt sich nicht so einfach darlegen, weil sie eben eine bestimmtere Vorstellung über die inneren Energieverhältnisse des Äthers je nach der Entfernung von der Sonne erheischt und weil hiebei auch die Entropie der Gase, nämlich die Entropie der Hüllen, mitspielt. Diese Umstände werden aber noch näher berührt und durch interessante Rechnungen und Relationen belegt, ja bewiesen werden. So wenig ein Gas die zugeführte Wärme plötzlich aufzunehmen vermag, ebenso wenig kann es diese Wärme plötzlich abgeben. Ist einer Masse eine gewisse Bewegung oder Oszillation erteilt worden, so kann jene auch nicht sofort zur Ruhe gelangen, selbst wenn alle Bewegungsimpulse aufhören würden. Damit ist vorläufig jener Prozeß genügend angedeutet, welcher jene Oszillationen in der Bewegung der Planeten um die Sonne verursacht, die nach den schon weiter oben gegebenen Andeutungen die eigentlich kreisförmige Bahn der Planeten und deren gleichförmige Bewegung zu einer elliptisch ungleichförmigen gestalten. Denn mit der Zunahme der Entfernung von der Sonne, während der Bewegung des Planeten gegen sein Aphelium zu, tritt derselbe in den Äther geringerer innerer Energie und zudem nimmt auch die innere Energie in der Planetenhülle ab. Es findet eine geringe Abkühlung und Volumsverminderung der Hülle statt, die endlich den Beginn des Sinkens gegen die Sonne zu verursacht.

Dasselbe gilt nun auch betreffs der Bewegung der Monde um ihren Planeten. Letztere sind nun zwar nicht eine direkte Energiequelle wie unsere Sonne; die Hülle der Planeten und Monde, möge sie dicht oder äußerst dünn sein, besteht nur infolge der Sonnenenergie (absoluter Nullpunkt); durch die Hüllen werden aber jene Bewegungsdrucke und mechanischen Arbeiten geleistet und fortgepflanzt, die den bezüglichen kinetischen Energien entsprechen. Und diese These gilt selbstverständlich auch wieder hinsichtlich aller Bewegungen um die Sonne.

Der Atmosphärendruck ist ein kosmischer Druck, vielmehr die Folge eines solchen Druckes (Schwimmdruckes). Er kann durch die eben angeführten Vorgänge nicht unbeeinflußt bleiben, und wenn die Meteorologie in dieser Beziehung noch nicht zu greifbaren Resultaten gelangt ist, die diese Behauptung bestätigen könnten, so gibt es hiefür gar manche Gründe. Wie die Bahnexzentrizitäten, so sind auch jene Einflüsse fast verschwindend, die sich noch dazu auf die Zeit eines halben Umlaufes verteilen

und die außerdem noch durch den Wechsel der Tages- und Jahreszeiten, durch lokale Verhältnisse, nicht zuletzt durch die geographische Lage der Observatorien beeinflußt und verschleiert werden.

Ohne Sonne, ohne äthererfüllten Raum, ohne die Dunsthüllen der Planeten und Monde könnte unser Sonnensystem und die oszillierende Bewegung aller Körper desselben gar nicht bestehen; ohne Bindung von Wärme durch die für organische Lebewesen so notwendige Atmosphärenhülle gäbe es weder Menschen noch eine Fauna und Flora auf unserer lieben Mutter Erde. Alles Leben und alle Bewegung in der Welt rührt unmittelbar von Sonnenenergien her, die durch den Äther oder durch das göttliche Licht, wie ihn die Alten auch nannten, fortgepflanzt, vermittelt werden. Der Äther scheint fast allenthalben anwesend zu sein und selbst die meisten anorganischen Körper zu durchdringen.

Schwimmen und oszillieren die Planeten und Monde mittels ihrer Gashüllen in der Ätherhülle der Sonne, dann tritt das Archimedische Prinzip in sein bekanntes Recht; das dritte Gesetz Keplers muß eine Folge der räumlichen Energieverhältnisse des Äthers und der Konstitution der Planeten und Monde (einschließlich ihrer Hüllen und der in denselben herrschenden Druckverhältnisse) sein; die Kinetik der Planeten und Monde beruht auf physischen Kräften und nicht auf metaphysischen Theorien; die früher angeführten Mängel und Widersprüche, die sich aus dem Prinzip der allgemeinen Gravitation sonst nicht beseitigen lassen, sind behoben; es ist nicht mehr nötig, gegen die Logik verstoßende, metaphysische Theorien zu vertreten; dafür tritt aber um so lebhafter das Verlangen in den Vordergrund: irgend welche spezifische Dichteverhältnisse, das wäre etwa unter Zugrundelegung der Ätherdichte in einer bestimmten Entfernung von der Sonne, festzulegen. Dies ist möglich und damit bestünde gar keine Schwierigkeit, eine Weltanschauung zu begründen, die sich auf vollkommen erwiesene physikalische Gesetzmäßigkeiten stützt und die, wie nach allem zu vermuten wäre, von Huyghens bereits geahnt wurde, ebenso aber auch von Bernulli, Euler und dem Genfer Lesage. Nach ihrer Anschauung war der Raum nicht leer, sondern von Äther erfüllt. Über dessen Bewegungs- (Vibrations-) Zustände waren sie nicht ganz im unklaren und die Wirbeltheorie Descartes', vielleicht nicht zulänglich begründet, hatte doch weit mehr für sich als der mit dem Gravitationsprinzip plötzlich dekretierte leere Raum.

Es wurde schon früher erwähnt, wie Newton bemüht war, an dem Problem der drei Körper zu demonstrieren, daß sein Prinzip durch die tatsächlichen Vorgänge in der Natur bestätigt werde. In dieser Beziehung kann man dem sehr interessanten Werke Whewells, „Geschichte der induktiven Wissenschaften“, in aller Kürze folgendes entnehmen:

Newton fand auf Grund seines Prinzips die Bewegung des Perigäums halb so groß (1·5°), als sie in Wirklichkeit (3°) im siderischen Monat beträgt.

Die Evektion, die bedeutendste der Ungleichheiten in der Mondbewegung, blieb unerklärt.

Die Größe der Präzession der Nachtgleichen hatte er irrig berechnet, die sekulären Störungen und die Abnahme der Schiefe der Ekliptik nicht erkannt.

In diesen Mängeln fand man schon seinerzeit keine Bedenken; heute würde man aber jedes neue Prinzip mit ähnlichen Mängeln entschieden abweisen.

Die rein theoretische Berechnung der Präzession aus der Keplerschen oder elliptischen Bewegung der Erde muß auch einer anderen Publikation zugedacht werden.

Die Evektion wurde schon von Hipparch (ca. 150 v. Chr.) erkannt, von Ptolomäus gemessen; die Variation wurde von Tycho Brahe (1590) bemerkt und von ihm auch die jährliche Gleichung als eine weitere Ungleichheit in der Mondbewegung entdeckt, während die parallaktische Gleichung schon den älteren Astronomen bekannt war.

Die Theorie der Mond-Erdbewegung oder jene des Problems der drei Körper sowie auch die Berechnung der Mondtafeln steht nun nach fast 200 Jahren seit Verkündung des Gravitationsprinzips dennoch auf keinem wesentlich anderen Standpunkt als vorher. Die Ursache hiefür liegt teils in einem etwas zu strengen Festhalten an der Keplerschen Bewegung der Erde und des Mondes, teils in dem unerschütterlichen Glauben, daß nach dem Gravitationsprinzip der Mittelpunkt der Erde auch tatsächlich der eine Brennpunkt der elliptischen Mondbahn sein müsse. Als später (1747), also ca. 60 Jahre seit der Verkündigung des Gravitationsgesetzes, der englische Astronom Bradley, ein äußerst scharfer Beobachter, die sogenannte Nutation entdeckte, mußte diese als ein Wanken der Erdachse in die eben charakterisierte Bewegungstheorie einverleibt und dem Mond eine Libration (heute physische Libration des Mondes benannt) zugeschrieben werden. Um nun allenthalben die wünschenswerte Übereinstimmung zu erzielen, war es wieder der Großmeister der Analysis, Leonhard Euler, der in der bereits so erfolgreich bewährten mathematisch-metaphysischen Weise nachhalf. Das Problem der Nutation bildet in analytischer Beziehung den Glanzpunkt der heutigen theoretischen Astronomie in Hinsicht auf angewandte Analysis (siehe Klinkerfues theor. Astron.) und Euler hat hiedurch im speziellen die Mechanik der Drehbewegungen in fast unschätzbarer Weise bereichert. Der „Eulersche Zyklus" und die „Bewegung der Erdachse im Erdinnern" sind und bleiben aber rein metaphysischer Natur und darum auch vollkommen

unverständlich, wie nicht minder die hiezu rein erfundene Massenumlagerung im Erdinnern. Und doch ist es anderseits Euler gewesen, der zuerst die Ansicht aussprach, daß eigentlich nur der Schwerpunkt eines Systems, wie z. B. jener des Systems Erde-Mond, jene Bahn beschreiben kann, die für gewöhnlich dem Planeten zugedacht wird. Auch hierin liegt ein Arkanum für die analytische Lösung des Problems der drei Körper, doch müßte man richtigerweise statt an den „Schwerpunkt des Systems" an das „dynamische", also an ein „ideelles Drehzentrum des Systems" denken, da ja zwischen Erde und Mond keine feste oder starre Verbindung besteht und beide Körper gewissen Oszillationen unterworfen sind.

Es ist nicht ohne Interesse und zum Teil recht dankbar, hier von dem eigentlichen Thema abzuschweifen, um nur einen Seitenblick auf jene Metaphysik zu werfen, wie sie von Descartes bis inklusive Kant ganz im Sinne der Analysis und rein mathematischer Spekulation begründet wurde. Der große Königsberger Philosoph war auch Mathematiker und namentlich in die Probleme der angewandten Mathematik weit tiefer eingedrungen, als dies auf den ersten Blick scheinen mag. Diesen Umstand in Bezug auf das Hauptwerk Kants, „die Kritik der reinen Vernunft", vollständig zu beleuchten, kann sich ein Laie auf dem Gebiete der Philosophie und Metaphysik wohl nicht zum Thema wählen. Einige Andeutungen analytischer und physikalischer Natur können aber vielleicht manchen bewegen, das genannte Werk nochmals zur Hand zu nehmen und dasselbe vielleicht von einem neuen Gesichtspunkt aus mit neuem Nutzen zu lesen.

Eine gesunde Kritik muß vor allem eine zeitgenössische sein und von einem Kritiker ausgehen, der über alle Fragen, die ein Werk berührt, gründlicher nachgedacht hat und einer zutreffenden Beantwortung derselben gleichsam näher steht als der Autor selbst. Nur zu häufig nimmt aber die Kritik jenen allgemeinen Standpunkt ein, der aus einem vom Kritiker bald mehr oder weniger klar hervorgehobenen Recht zu zweifeln hervorgeht. In letzterer Beziehung war bekanntlich Protagoras, der erste Sophist, ein Meister.

Hinsichtlich eines Werkes, welches vor mehr als hundert Jahren erschienen ist, kann man also bloß Betrachtungen anstellen, die um so mehr zutreffen dürften, je mehr man in der Lage ist, sich den damaligen Stand der Wissenschaft einigermaßen vor Augen zu halten, und man dürfte auch leicht zur Überzeugung gelangen, daß die Lektüre des Kantschen Werkes gar manche lehrreiche Anregungen finden läßt, wenn man Metaphysik und Physik, erfahrungsfreie und Erfahrungswissenschaft einigermaßen vergleicht.

In der Vorrede zur zweiten Ausgabe der Kritik der reinen Vernunft sagt Kant: „Bisher nahm man an, alle Erkenntnis müsse sich nach den Gegenständen richten.... Man versuche es daher einmal, ob wir nicht in den Aufgaben der Metaphysik damit besser fortkommen, daß wir annehmen, die Gegenstände müssen sich nach unserer Erkenntnis richten, welches so schon besser mit der verlangten Möglichkeit einer Erkenntnis derselben a priori zusammenstimmt, ꝛc." Ist das nicht die Sprache und der Ideengang jener mathematischen Metaphysik, wie sie sich auf Grund des Prinzips der allgemeinen Gravitation, insbesondere aber auf Grund der von Kopernikus aufgestellten Weltordnung im Sonnensystem entwickelt hat?

Kant erblickte auch in dem obigen Ausspruch eine Kopernikanische, die Metaphysik rettende Tat. Kopernikus verhalf aber mit seinem neuen System dem Gesetze der Intensitäten zu seinem guten Rechte, sofern nur eine große Masse die Ursache der raschen Bewegung kleinerer Massen und Körper sein könnte, sofern, wie man heute sagen dürfte, die Wärme (Energie) nur von einem heißeren Körper auf einen minder heißen oder bereits kälteren Körper überströmen kann.

Aus Kants Ausspruch könnte man auch deduzieren, wie die Gegenstände, so müssen sich auch die Kausalitäten nach unserer Vorstellung richten. Und diese Deduktion ist im Prinzip der Massenattraktion geradezu verkörpert. Insolang die physische Ursache einer Erscheinung nicht erkannt ist, wird die Erklärung der letzteren stets metaphysischen Charakters und zumeist eine irrige sein.

In seiner Tafel der Kategorien glaubte Kant alle Begriffe aufgestellt zu haben, mittels welcher, gleich den wissenschaftlichen Rechnungsgrößen und Einheiten für die Probleme angewandter Mathematik, alle Ideen und Anschauungen entwickelt werden können wie die Resultate der Analysis. In dem Bestreben, alles nur aus Verstandesbegriffen heraus zu erklären, liegt eine nur auf höherer Stufe stehende Methode des großen Stagiriten Aristoteles. Das Prekäre eines solchen Vorganges ist aber Kant nicht entgangen, sowie er auch über den Wert der Logik und Dialektik an und für sich sehr nüchtern urteilt. Alle Begriffe beruhen entweder auf Sinneseindrücken oder bloß auf Vorstellungen (Ideen). Es muß nun einigermaßen überraschen, daß der Begründer der Kosmologie den Anschauungen über die reale oder physische Welt fast vollkommen aus dem Wege gegangen ist, ja daß er dieselben, gleich den alten Skeptikern, durch den Begriff „Ding an sich" nur verdunkelt hat. Unser Sonnensystem muß man sich nach Kant dem Raume nach als unendlich groß vorstellen und es ist für den Kosmolog doch nur ein winziger Teil des unendlichen Kosmos. Die Materie, die Urmaterie, ist nach allem wohl unveränderlich und doch kennen

wir den Begriff „Stoff“ in nahezu 100 Varianten. Materie, Temperatur und Volumen der Materie sind für uns nach dem heutigen Standpunkt der Wissenschaft unzertrennliche Begriffe. Die die realen Verhältnisse ganz und gar nicht berücksichtigende Abhandlung über die Antinomie der reinen Vernunft bezieht sich demgegenüber auf einen bloß metaphysischen, auch rein ideellen oder mathematischen Prozeß, auf einen Prozeß ohne Ursache und ohne Wirkung. Eine glänzende Dialektik führt uns an die äußersten Grenzen, ins Unendliche, Unfaßbare, Unvorstellbare. An die Physik des Kosmos und an die Gesetzmäßigkeiten in derselben darf man aber gar nicht denken und doch käme man schon an Hand des Begriffes der Kontinuität gewisser Gesetzmäßigkeiten zum Begriffe der unendlichen, teils summierbaren, teils nicht summierbaren Reihen und der unleugbaren Abgrenzung kosmischer Sphären.

Nach Giordano Bruno befindet sich nicht ein einziger Punkt des Weltalls auch nur einen Moment in absoluter Ruhe. Alle Körper bewegen sich, sie oszillieren; alle Materie befindet sich in Bewegung, in schwingender Bewegung, auch in vibrierender, undulierender Bewegung. In diesen Bewegungen wechselt deren Richtung beständig. Wie aber die Bewegungen in den Systemen begrenzt sind, ebenso müssen auch die Systeme selbst begrenzt sein.

Der Begriff „Ding an sich“ ist selbst wieder nur ein Abstraktum, jedoch geeignet, jene Zweideutigkeit (Amphibolie) zu ermöglichen, die unentbehrlich wird, um zwischen dem realen oder physischen Ding und den abstrakten Vorstellungen über dasselbe unterscheiden zu können, die sich dann leicht in das Gebiet der Metaphysik hinüberführen lassen. Und wenn Kant sagt, was das „Ding an sich“ sei, das braucht er gar nicht zu wissen, weil ihm ein Ding doch nur in der Erfahrung unterkommen kann, so ist der erwähnte Begriff ganz überflüssig und scheinbar doch nicht entbehrlich.

Ein „Ding an sich“, etwas Absolutes oder Bedingungsloses, gibt es aber nicht, weder in unserer realen oder physischen Erfahrungswelt, noch auf rein ideellem und wissenschaftlichem Gebiete, noch auf jenem der Metaphysik, der sogenannten erfahrungsfreien Wissenschaft. Übrigens spricht ja Kant selbst auch wiederholt von einer Kenntnis der „Totalität der Bedingungen“, welcher Begriff zu jenem „Ding an sich“ im vollsten Gegensatz steht.

Der von Aristoteles eingeführte Begriff Metaphysik hat übrigens viel von seiner urspünglichen Bedeutung verloren, seitdem das Mikroskop, das Fernrohr, die Spektralanalyse, die Dampfkraft und die Elektrizität mit ihren so vielfachen Nutzanwendungen erfunden und entdeckt wurden. Des Menschen Geist hat an Hand der Physik Dinge ersonnen und geschaffen, die, mögen

dieselben an sich auch etwas anderes sein, wofür wir sie halten, für uns doch so bestehen und von uns so ausgenützt werden, wie dies die reale und physische, d. h. unsere Sinneswelt erheischt, die uns nur durch die Sinneseindrücke zum Denken, Vorstellen und Konstruieren befähigt hat. Wenn man aber, wie die alten und älteren Philosophen, die reale Welt nur für einen bloßen Schein oder gar für Lug und Trug erklärt, oder wenn man dies zwar nicht tut, hingegen die Dinge und selbst auch den Menschen ohne Rücksicht auf alle Physik (Bedingungen) betrachtet, dann hat man sich wohl ein fast unerschöpfliches, geistiges Gebiet geschaffen, um nach Dingen zu forschen und darüber zu erzählen, obschon dann alle diese Anschauungen und Darlegungen doch nur wieder einem unter den trügerischen Sinneseindrücken und darnach unter falschen Vorstellungen herangereiften Verstand oder bloßen, von realen Verhältnissen ganz unabhängigen Vorstellungen entspringen müssen.

Zu den vielen Prämissen, die dem Werke Kants stillschweigend unterschoben sind, gehört auch jene, daß der Kritizismus, wie die Vernunft überhaupt, einer konstanten Größe, einem Fixum gleich wäre. Die Physik steht heute als Wissenschaft gegenüber jener, die Aristoteles begründete und lehrte, fast unermeßlich hoch da. Nun ja, Physik und Metaphysik schließen sich gegenseitig aus, und zur Zeit Kants setzten eigentlich erst alle jene Versuche, Experimente und Untersuchungen ein, durch welche der Begriff Metaphysik fortgesetzt reduziert wurde. Man mag über das Verhältnis der Philosophie und Naturwissenschaft wie immer denken, die Fortschritte dieser letzteren begründen jene der ersteren. Die rein spekulative Philosophie hat sich fast in demselben Maße erschöpft wie etwa die Mathematik als rein spekulative Wissenschaft. Heute symbolisiert man sich die Metaphysik am besten durch einen Kreis, auch durch eine Schlange, die sich in den eigenen Schweif beißt. Sie hat bisher den Schleier keines einzigen Geheimnisses zu lüften vermocht, und auch die Philosophie hätte allen Grund, den Äther nicht für hypothetisch zu erachten, namentlich in Hinsicht auf die Psychophysik, die uns genenüber der Physik und Physiologie so wenig zu sagen weiß und jedes Lebenshauches und jedes materiellen Agens entbehrt.

Das Forschen nach Wahrheit bezweckt, die Kausalitäten zu erkennen und zu begründen, die entweder in den Dingen selbst liegen oder zwischen denselben bestehen. Darum ist es auch den exakten Wissenschaften nicht möglich, à tous prix alles aus einem oder nur aus einigen großen Prinzipien und zudem bloß aus Verstandesbegriffen heraus zu erklären. Unsere Verstandesbegriffe erweitern sich, insbesondere an Hand des Experimentes, der Physik und der Analysis, noch fortgesetzt und gestalten sich selbst betreffs bestimmter Fragen immer noch bestimmter. Physische Vorgänge und Erscheinungen

müssen sich aber durch physische Einflüsse, Kräfte und Gesetzmäßigkeiten begründen, womöglich durch das Experiment genauester Imitation der Natur bestätigen lassen. Das Bohnenbergsche Maschinchen z. B. entspricht dieser Anforderung absolut nicht. Durch Feststellung der Kausalitäten werden sich gleichzeitig natürliche Prämissen ergeben, obschon nicht immer gleich ihrer Totalität nach. Wie, warum, wodurch jeder geistige oder Gedankenprozeß zu stande kommt, sich abwickelt und wie er endlich formuliert wird, das liegt in uns selbst, in unserer Organisation, und so viel wir über diese wissen, so wenig sind wir über das eigentliche, in uns selbst arbeitende Agens im klaren. Eine gute Schule ist ohne zweckmäßige Gliederung und Einteilung des Lehrstoffes und ohne Methodik kaum denkbar und liegt allen diesen Prämissen der Begriff Trennung, Scheidung, Übergang vom Einfachen zum Zusammengesetzten u. s. f. zu Grunde, so nicht minder auch der gegensätzliche: Übersicht, Überblik und Zusammenhang. Ist es nun die Aufgabe der Philosophie, dafür zu sorgen, daß hinsichtlich der heute so sehr spezialisierten Wissenschaften der stets im Auge zu behaltende Zusammenhang nicht verloren gehe, dann muß man es vermeiden, prämissenlose und einseitige Vorstellungen zu fördern, nur um zu einem im vorhinein festgesteckten Ziele gelangen zu können. Auf diesem Standpunkte steht eben der sogenannte Positivismus und diesem gegenüber betont man wieder jenen einer voraussetzungslosen Wissenschaft. Woher und wohin käme aber letztere ohne Wahrnehmung, vermittelt durch die Sinne, ohne Beobachtung, ohne Experiment, ohne Kalkül, ohne befähigt zu sein, das große Buch der Natur, welches vor uns aufgeschlagen liegt, zu entziffern, zu lesen und zu verstehen. Wozu würden wir der Wissenschaft bedürfen, wenn wir uns die Welt aus unseren eigenen Ideen heraus konstruieren könnten, wenn in diesen gleichsam schon die ganze Welt selbst läge, und zwar mit allen Kausalitäten und Wechselbeziehungen, die innerhalb derselben tatsächlich bestehen. Müssen wir nun nicht sagen, das ist ja eigentlich fast tatsächlich der Fall, aber um die bezüglichen Erkenntnisse, um das „Sich bewußt sein" derselben handelt es sich, und das ist eben, was wir unter Wissenschaft verstehen.

Eine voraussetzungslose Wissenschaft könnte doch nur Axiome und Postulate aufstellen. Die Logik wäre dann überflüssig, mit ihr auch das logische Ideal aller Vorstellungen und Systeme. Die Logik stellt sich aber immer erst nachträglich ein, d. i. wenn die Prämissen, auf die sich der Beweis oder das Erkenntnis stützt, ihrer Totalität nach erkannt sind, und wenn die Prämissen untereinander sowie in Beziehung auf den Beweis jeden Widerspruch ausschließen.

Man kann sich in der Idee über die physische Welt und ihre Prämissen erheben, man kann sich den menschlichen Geist vom menschlichen Organismus getrennt denken, man kann sich der physischen und realen Welt mit allen

ihren Einflüssen und Einwirkungen auf den Menschen im Geiste entrücken: aber zwischen den Ideen, die man in einem solchen Zustand des „Trans" scheinbar berechtigterweise zu fassen und darzulegen gesonnen ist, und zwischen der realen Welt fehlt dann jeder Zusammenhang sowie auch das stets wünschenswerte logische Ideal.

Die Wissenschaft kann sich nur in der Feststellung eines natürlichen und naturgesetzmäßigen Relativismus erschöpfen, wie etwa die Mathematik, und sie muß hierin auch ihre Befriedigung finden, mag ein solches Erkenntnis auch weit unter einer bloß gebotenen Bescheidenheit stehen.

In der realen Welt und von dieser ganz und gar abhängig, ist der Mensch selbst zunächst ein physisches Objekt dieser Welt und betreffs seiner physischen und geistigen Existenz bestimmten Kausalgesetzen unterworfen. Daraus kann man viel, sehr viel reduzieren, vor allem die Wichtigkeit des Studiums der Physik und die Notwendigkeit, dieselbe zur Grundlage zu wählen, wenn das Verhältnis des Menschen zur äußeren Sinneswelt wissenschaftlich und im Sinne richtiger Ideen oder Vorstellungen (Rationalismus und Idealismus) behandelt werden soll.

Die Bewegung des Perigäums wurde genau gemessen; sie war schon Newton hinreichend genau bekannt. Sie muß sich ferner durch die maßgebendsten Elemente der Erd-Mondbewegung ausdrücken lassen. Die Bewegung des Periheliums der Erde ist eine analoge Bewegung. Der einen wie der anderen Bewegung kann der Begriff Beschleunigung unterlegt werden, welchem wieder sowohl der Begriff Schwere als auch der Begriff Masse zu Grunde gelegt werden kann, u. zw. im Sinne der Lehren Newtons. Hieran festzuhalten, dafür spricht ein sehr gewichtiger, vielmehr schlagender Grund. Die zwei eben in Betracht gezogenen Bewegungen wurden durch die Astronomie auch in den Systemen der oberen Planeten nachgewiesen. Es liegen somit Erscheinungen vor, auf welche die induktive Methode mit vollem Rechte angewandt werden kann, gelingt es nur, die in diesen Bewegungen bestehende Gesetzmäßigkeit zunächst für das sekundäre System Erde-Mond festzustellen. Ist dies geschehen, dann liegt es nahe, zu untersuchen, ob nicht zwischen diesen ungleichförmigen, vielmehr gleichförmig beschleunigten Bewegungen und den Ungleichheiten in der Mondbewegung ein Zusammenhang besteht. Läßt sich dieser tatsächlich bestimmt nachweisen und hiedurch auch die Differenz zwischen der Bewegung des Periheliums und jener der Nachtgleichen erklären, dann kann man hierin nur eine Bestätigung für die Richtigkeit aller Prämissen finden.

Eine solche Untersuchung führt zu folgenden Resultaten:

Die Nutation besteht nicht in einem Wanken der Erdachse, sondern in einer langsamen Drehbewegung derselben um einen außerhalb derselben liegenden und seinem Orte nach veränderlichen Punkt (ideelles Drehbewegungs-

zentrum). Mit dieser Bewegung geht auch die physische Libration des Mondes Hand in Hand. Beide Bewegungen sind eine innere Bewegung des engeren Systems Erde-Mond, welche gleichzeitig den Unterschied zwischen der Bewegung des Periheliums und jener der Nachtgleichen verursacht, zumal diese beiden inneren Bewegungen in der Mondbahnebene stattfinden und damit den Ort der Erde in der Ekliptik beeinflussen. Dabei beschreibt nun die Erdachse jene kleinen (Nutations-) Ellipsen am Himmel, die Bradley so genau ausgemessen hat. Die fortschreitende Bewegung des Systems Erde-Mond, kombiniert mit der eben geschilderten inneren Bewegung des Systems, ist in Bezug auf den fixen Widderpunkt (♈) gleichzeitig die einheitliche Ursache der Evektion, der Variation, der jährlichen und der parallaktischen Gleichung, der Bewegung der Nachtgleichen und der sukzessiven Änderungen oder Schwankungen der Ekliptikschiefe.

Damit ist aber auch noch ein weiteres, von der Astronomie bisher nicht gelöstes Problem, d. i. die Drehung der Apsiden- und der Knotenlinie aller Planeten- und Mondbahnen einer prinzipiellen Lösung zugeführt.

Das Prinzip der Massenbeschleunigung beruht also auf der Drehbewegung der großen Achse aller Bahnen, und umgekehrt, diese letztere Bewegung ist die Folge einer gleichförmig beschleunigten Drehbewegung aller Massen.

Die im Vorstehenden kurz erwähnten Bewegungserscheinigungen kann man durch das Gravitationsgesetz und die Bewegung im leeren Raume absolut nicht erklären, wohl aber durch der Richtung und der Intensität nach veränderliche Bewegungsdrucke, welche die im und durch den Sonnenäther sich bewegenden beziehungsweise bewegten Körper vermittels ihrer Hüllen gegenseitig aufeinander ausüben.

Das dritte Gesetz Keplers stellt rücksichtlich der Bewegung aller Planeten um die Sonne und aller Monde um ihren Planeten eine Wirbelbewegung dar, die sofort ins Auge fällt, wenn man einen Radius der im allgemeinen kreisförmigen Bahnen eines Systems zieht, alle kreisenden Körper von dem Schnittpunkt dieses Radius ausgehen läßt und sich die Position derselben nach irgend einer verhältnismäßig kurzen Zeit verzeichnet, um alle diese Örter durch eine Kurve zu verbinden. Innerhalb dieser Wirbelbewegung der Körper des Sonnensystems und innerhalb eines jeden sekundären Systems bestehen aus den kurz zuvor angeführten Gründen Schwankungen, die selbst wieder den Charakter einer Wirbelbewegung besitzen müssen. Die der Erdoberfläche zunächst liegenden Luftschichten beteiligen sich ferner im großen und ganzen sowohl an der fortschreitenden Bewegung der Erde um die Sonne wie

auch an der Drehbewegung jener um ihre Achse. Über diese Wirbelbewegungen in den entferntesten Luftschichten kann man nur Vermutungen aussprechen. Sicher ist es nur, daß die Atmosphärenhülle der Erde der Schwere bis zu jener Grenze folgt, wo sie in den Sonnenäther übergeht, dessen Schwere durch den bezüglichen Lichtdruck paralysiert wird. Übrigens war auch Newton der Wirbeltheorie Descartes' nicht obhold, doch meinte er, daß sich dieselbe analytisch kaum darstellen ließe. Das wäre aber heute ein bereits überwundener Standpunkt, nachdem außer der Keplerschen Wirbelbewegung im Sonnensystem in der theoretischen Physik auch die Wirbelbewegung irgend einer Flüssigkeit behandelt wird.

Das dritte Gesetz Keplers gilt für die Bewegung aller Planeten und Monde und es entspricht auch als Naturgesetz, wie eben dargelegt, vollkommen der Induktion oder der induktiven Methode, die sich bekanntlich darauf gründet, daß eine Gesetzmäßigkeit zu einem Naturgesetze wird, wenn sie sich in Ansehung einer Mehrheit gleichartiger Erscheinungen nachweisen läßt. Ist also auch das dritte Gesetz Keplers das Ewige, welches die Massen regiert, wozu bedarf man dann noch eines zweiten solchen Gesetzes, des Gravitationsgesetzes, welches entweder in dem ersteren Gesetze bereits enthalten sein oder mit demselben in Widerspruch stehen muß.

Betreffs der Bestimmung der Gravitas nach Newton kann man nur sagen, daß diese Bestimmung so ziemlich genau ist. Läge ein ähnliches empirisches Resultat auch nur hinsichtlich eines der übrigen Planeten vor, dann wäre die Induktion Newtons zweifellos berechtigt, während man sie, von einem strengen Gesichtspunkt aus beurteilt, auch als auf bloßen Zufall beruhend ansehen könnte.

Die Erde und ihr Mond sind, wie es sich noch herausstellen wird und wie die Astronomen es längst vermuteten, ein Doppelgestirn im wahren und strengsten Sinne des Wortes. Sollte damit etwa auch die Erscheinung zusammenhängen, daß der Mond stets dieselbe Kugelhälfte der Erde zukehrt? Ist dies in den übrigen sekundären Systemen auch der Fall? Könnte man sich zur Beantwortung der letzteren Frage nicht auch auf jene Induktion stützen, wie hinsichtlich der Schwere oder Gravitas? Niemand kann auf diese Fragen eine bestimmte, auf Beobachtungen gegründete Antwort erteilen; hingegen hätte man aber auch keinen Anhalt dafür, nachzuweisen, daß Newtons Formel für die Gravitas nur eines merkwürdigen Zufalles halber hinreichend genau stimme; denn ein solcher Zufall wäre hinsichtlich der vier Größen dieser Formel doch wenig wahrscheinlich. Die

sekundären Systeme Mars, Jupiter, Saturn und Uranus sind komplizierterer Natur als jenes Erde-Mond; die innere Bewegung derselben ist jedenfalls verwickelter, wenn auch streng gesetzmäßig; die Gravitas dieser Systeme dürfte man aber nach der erwähnten Formel wohl noch weniger genau erhalten, als jene für die Erde. Dies gilt insbesondere hinsichtlich des Systems Mars. Hierauf kann aber erst bei einer anderen Gelegenheit eingegangen werden. Ist aber die Schwere, eigentlich die Verdichtungskonstante, in den übrigen sekundären Systemen auch nicht genau bekannt, so bietet die von Newton aufgestellte Formel doch einen Anhalt zur Beurteilung der Konstitution dieser Systeme.

Man findet in einzelnen Quellen die sehr merkwürdige Behauptung, das dritte Gesetz Keplers träfe nicht in aller Schärfe zu, weil Kepler dasselbe ohne Rücksicht auf die Planetenmassen aufstellte. Diese Behauptung würde natürlich auch auf die Bewegung aller Monde auszudehnen sein. Da aber die Astronomen stets die Bewegung der Planeten und Monde und nicht jene von Phantomen beobachten, so *besteht das dritte Gesetz Keplers als Fundamentalgesetz der Astronomie in aller Strenge*, aber, wie schon die Drehung aller Bahnapsiden beweist, nicht minder auch jene der Knotenlinien, nur betreffs eines Fixpunktes, des Widderpunktes, und nicht bezüglich des bereits erwähnten ideellen Drehzentrums. Das wird noch aus verschiedenen Gleichungen über die Erd-Mondbewegung hervorgehen.

Das Massenverhältnis der Planeten und Monde ist weit größer als jenes der Sonne und Planeten und jenes der Erde und ihres Trabanten ist das größte im ganzen Sonnensystem. Die Bewegungsdrucke, welche die einzelnen Körper eines sekundären Systems aufeinander ausüben, sind an und für sich im System und auch zwischen den Systemen verschieden. *Die sogenannte Planetenanziehung besteht aber ebenso wenig wie die Massenanziehung.* Die dahinter vermuteten Störungen, die sich in großen Perioden durch Beobachtungen zur Zeit der Konjunktionen der oberen Planeten am deutlichsten konstatieren lassen, dürften darum auch vorwiegend auf die *in allen Systemen bestehende innere Bewegung* zurückgeführt werden können.

Bedeutet η die sekundliche Winkelgeschwindigkeit eines Planeten, R den mittleren Vektor seiner Bahn, analog μ und r hinsichtlich eines Mondes, so ist, wie schon früher angedeutet wurde, nach Kepler für alle Planeten und Monde

$$4)\quad \begin{cases} R^3 \eta^2 = R_1^3 \eta_1^2 = R_{11}^3 \eta_{11}^2 = \cdots\cdots = \text{Konstante}, \\ r^3 \mu^2 = r_1^3 \mu_1^2 = \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots = \text{Konstante}. \end{cases}$$

Aus diesen Relationen folgen jene

5) $\frac{R\eta^2}{R_1\eta_1^2}=\frac{R_1^2}{R^2}$ u. s. f., oder die Gesetze für die Zentrifugal- beziehungsweise Zentripetalkräfte, auch der zweite Satz des Gravitationsgesetzes für die Masse gleich Eins, oder hinsichtlich gleicher Planetenmassen.

Die Planetenmassen verhalten sich nun nicht wie umgekehrt die Quadrate der mittleren Vektoren, wie dies das Gesetz Keplers erheischen würde. Die Massenverhältnisse müssen vielmehr, wie bald zu ersehen sein wird, aus den Bahndrehungen, aus den denselben entsprechenden Bahnbeschleunigungen berechnet werden.

Wir müssen es wieder auf eine spätere Gelegenheit aufsparen, darzulegen, daß diese Beschleunigungen eigentlich Verzögerungen sind, eben infolge des Umstandes, weil Massen und nicht Phantome sich um die Sonne bewegen. Hinsichtlich der relativen Bewegungen, um die es sich stets handelt, ist es aber ganz gegenstandslos, ob man dieselben als beschleunigte oder verzögerte definieren muß.

Die Gravitas soll nach Newton auch mit dem Quadrate der Entfernung vom Erdmittelpunkt abnehmen und Newton hat damit die Gravitas als eine spezifisch terrestrische Erscheinung mit einem kosmischen Gesetze verknüpft.

Es wurde schon erwähnt, daß man in letzterer Hinsicht Newton ein unbestreitbares und großes Verdienst zuschreibt. Dasselbe möge schon in Anbetracht der daraus entsprungenen segens- und folgenreichen Anregungen nicht geschmälert erscheinen, wenn wir dennoch folgende Betrachtung anstellen.

Nach den Fallgesetzen Galileis fallen alle Körper ohne Rücksicht auf ihr Gewicht und den Luftwiderstand mit derselben Beschleunigung g zur Erde. Die bezüglichen Experimente erstrecken sich allerdings nur auf relativ kleine Fallhöhen. Die Beschleunigung der Masseneinheit wäre also nach den Gesetzen Galileis stets dieselbe. Newton hätte dies (allerdings nur mit Bezug auf eine stillschweigend angenommene Massenanziehung oder auch ohne diese) dahin formuliert, das Gewicht sei den Massen proportional. Die kleinere Masse wird aber, wie schon Kepler meinte, von der größeren stärker angezogen. Die zur Erde fallende Masse kann nach dem Gravitationsgesetze also nicht beliebig groß gedacht werden. Die Mondmasse muß also auch die Erdmasse in ihrer Bewegung beeinflussen, denn das Verhältnis von rund 80 : 1 ist ein bedeutendes. Man müßte demnach auch direkt aus dem Gravitationsgesetze heraus das Massenverhältnis der Erde und des Mondes berechnen und hinsichtlich der gemeinsamen Bewegung des Doppelgestirnes nachweisen

können, daß, wie dies auch die Physik lehrt, durch ein und dieselbe Kraft eine große Masse weniger beschleunigt wird als eine kleine Masse. Das Gravitationsgesetz lehrt aber in letzterer Hinsicht etwas ganz anderes, denn rücksichtlich der gemeinsamen Drehbewegung um die Sonne müßte das Gewicht Mg oder die Massenbeschleunigung der Erde in ihrer Bahn proportional ihrer Masse, also 80mal so groß sein als jene des Mondes und die Massenbestimmung aus dem Gravitationsgesetze heraus ist bekanntlich auch nicht möglich. Die schulgerechte These, daß bei der Massenanziehung jede Einheit der einen Masse auf die Einheit der anderen Masse wirke, spricht zwar nicht gegen die Fallgesetze, aber sie klingt mehr orakelhaft als verständlich. Um auch nicht ein bloß scheinbares Unrecht zu begehen, muß darauf hingewiesen werden, daß die eigentlichen oder hauptsächlichsten Probleme der Gravitation, wie z. B. die Zentralbewegung und das Problem der drei Körper, ohne jedwede Rücksicht auf die wahren Massenverhältnisse behandelt werden, und daß, sofern auf die Bestimmung derselben an und für sich, somit ohne jedweden Zusammenhang mit den eben erwähnten Problemen eingegangen wird, hiezu das dritte Gesetz Keplers und nicht das Gravitationsgesetz benutzt wird.

Der Grund für diese Unsicherheit und für die zuvor erwähnten Widersprüche wird noch näher beleuchtet werden; er liegt darin, daß das Gravitationsgesetz bisher überhaupt nicht auch analytisch abgeleitet werden konnte, und weil die Synthese, die man in dem Gesetze finden will, einfach nicht besteht, sondern in den Bahnbeschleunigungen liegt.

Nach der Synthese des Gravitationsgesetzes sind die Attraktionskräfte den Massen proportional und diese letzteren die Träger jener und zudem konstant oder unveränderlich. Geht man über die inneren Widersprüche dieser merkwürdigen Synthese mit den tatsächlichen Bewegungserscheinungen, aus welchen sie resultieren soll, hinweg, dann hätte man noch eine These der theoretischen Physik als letzten oder Notanker, um zu einer rationellen Massenbestimmung zu gelangen. Diese These lautet: konstante Kräfte werden durch die Beschleunigung gemessen, welche sie der Masseneinheit in der Zeiteinheit erteilen. Aber auch dieser Notanker rettet nicht, er kann den Schiffbruch des Gesetzes, dem er angehören soll, nicht verhindern, weil er eben nicht dem Gesetze der Massenattraktionen, sondern den Gesetzen Galileis angehört, diesen entlehnt ist.

Man dürfte nunmehr bereits einsehen, wie das Verquicken der terrestrischen Schwere als spezifisch kosmische Größe mit der Massenattraktion der Erde und des Mondes scheinbar

nahe liegt, sich fast von selbst aufdrängt und wie es keiner besonderen Mühe bedarf, um auch anderen den Begriff Massenattraktion zu suggerieren, die Rechnungsrichtigkeit in allen einschlägigen Problemen aber dadurch zu sichern, indem nicht mit den Massen und Massenattraktionen, sondern mit den Fallgesetzen, nach Bedarf auch mit dem dritten Gesetze Keplers gerechnet wird.

Bezeichnet λ den Winkel, um welchen sich ein Äquatorpunkt in der Zeitsekunde um die Erdachse bewegt, dann ist unter Beibehalt der bisher gebrauchten Größenbezeichnungen

6) $\frac{r^3\mu^2}{d^3\lambda^2} = k$ das Verhältnis einer Keplerschen Gesetzmäßigkeit in der mittleren Bewegung des Mondes und eines Äquatorpunktes (Frühlingspunktes) der Erde. Daraus folgt zunächst:

$\frac{r^2}{d^2} = k.\frac{d\lambda^2}{r\mu^2} = \frac{g}{g_1}$ wenn nach Newton g die Gravitas auf der Erdoberfläche und g_1 die Fallbeschleunigung $r\mu^2$ des Mondes in seiner Bahn bezeichnet.

Das reziproke Verhältnis, also jenes $\frac{1}{k}$, gibt an Hand der hier benützten Rechnungsgrößen vollkommen genau die sogenannte Erdabplattung, während

7) $\frac{r^2\mu^2}{d^2\lambda^2} = \frac{g}{2}$, also gleich der Fallhöhe auf dem Äquator in der ersten Zeitsekunde ist.

Aus der obigen Gleichung 6) erhält man endlich

8) $\sqrt{k} = \sqrt{\frac{r^3\mu^2}{d^2\lambda^2}} = 17{\cdot}155$, genau jene Größe, rund genommen gleich 17, um welche sich die Rotationsgeschwindigkeit der Erde auf dem Äquator vervielfachen müßte, damit die Schwere daselbst aufgehoben wäre.

Das Verhältnis in 7) drückt jenes des Quadrates zweier Geschwindigkeiten, auch jenes zweier Energien oder Potentiale aus. Die Bedeutung der Gravitas wird also in analytischer Beziehung bereits klarer; sie läßt sich auch kosmologisch begründen und danach ist sie, wie schon erwähnt, eine Verdichtungskonstante rücksichtlich der Energien der Masseneinheit auf dem Äquator und in der Mondbahn.

Es ist nicht möglich, eine äußerst komplizierte Frage auf engem Raume eingehend und zugleich übersichtlich zu behandeln, wenn gleichzeitig auch alle jene Zwischenprobleme erörtert werden sollen, hinsichtlich welcher

man im klaren sein muß, wenn die Analysis als Resultate solche Zahlen liefern soll, daß über deren Bedeutung und Wechselbeziehung nicht der geringste Zweifel aufkommen kann. Es seien darum nur zwei wichtige Bemerkungen angebracht.

Es muß zunächst betreffs der gemeinsamen Bewegung der Erde und des Mondes um die Sonne

9) $\frac{\lambda}{\mu} = t_s$ sein, wenn t_s die siderische Umlaufszeit des Mondes um die Erde bezeichnet, und es muß weiters die Bewegung des Periheliums der Erde während eines vollen Umlaufes um die Sonne, d. i. während eines siderischen Jahres von T_s mittleren Tagen dem Winkel Θ gleich sein, wobei Θ gleichzeitig die numerische Exzentrizität der Erdbahn bedeutet. Denn ist E die lineare Exzentrizität, so ist

10) $\Theta = \frac{E}{R}$; das letztere Verhältnis gibt die Tangente eines Winkels oder den Winkel selbst.

Doch wollen wir nicht verschweigen, daß nach den Lehren der Astronomie Θ innerhalb Grenzen schwankt, also, genau genommen, nicht unveränderlich ist. Aber, es handelt sich, wie schon mehrfach betont, stets um Mittelwerte, die von der Astronomie erst in ca. 26.000 Jahren, d. i. bis das Perihelium einen vollen Umlauf von 360° um die Sonne beschrieben hat, genauer festgestellt werden können.

Der Winkel, um welchen sich das Perigäum bei einem vollen Umlauf des Mondes um die Erde dreht, sei δ. Derselbe ist also dem Exzentrizitätswinkel der Mondbahn nicht gleich.

Stellt M die Masse der Erde, m jene des Mondes dar, so muß

11) $\frac{M}{m} = \frac{r\delta^2}{R\Theta^2}$ oder, was dasselbe ist,

12) $\frac{M}{m} = [illegible] \sqrt{\frac{r^3\mu^2}{d^3\lambda^2}}$ sein. Diese zwei Gleichungen, die noch wiederholt einer Diskussion unterzogen werden, mögen genügen, um zunächst eine konkrete analytische Lösung vor Augen zu haben und so im vorhinein zu demonstrieren, zu welch durchsichtigen Theorien man gelangen kann, wenn man sich vom Gravitationsgesetz emanzipiert!

Die Gleichung 11) läßt bereits erkennen, daß das Massenverhältnis von der Bahnexzentrizität nicht unabhängig ist, und die Gleichung 12), daß auch die [illegible] und die bezüglichen Drehenergien dieses [illegible]. Die [illegible] der Erde

und des Mondes kommt in diesen zwei Gleichungen nur indirekt zum Ausdruck und eine diesbezügliche Darlegung wird seinerzeit folgen.

Mars ist kleiner als die Erde; er dürfte auch eine kleinere Masse als diese besitzen. Die große Bahnexzentrizität des Mars und die Vehemenz der Bewegung des inneren Mondes (Phobos) um Mars lassen sich aber nicht allein durch das Massenverhältnis erklären. Von parallaktischen Einflüssen dieses der Erde sehr nahen Planeten abgesehen, dürfte derselbe, obwohl kleiner als die Erde, einem Atmosphärendruck unterliegen, der sogar etwas größer ist als jener der Erde. Eine solche Vermutung kann sich aber nur darauf stützen, daß die Verhältnisse für die Verdichtung und Abkühlung der Planetenmassen inklusive ihrer Hülle nicht allenthalben dieselben waren, daß also die Konstitution der sekundären Systeme, welche die oberen Planeten mit ihren Monden darstellen, nicht vollkommen genau dieselbe, vielmehr nicht vollkommen analog sei.

Die zuvor erwähnten beiden Gleichungen beweisen ferner, daß die Ermittlung der Massen möglich ist, ohne an das Gravitationsgesetz appellieren zu müssen, zugleich aber auch, daß sie nicht allein nach dem dritten Gesetze Keplers erfolgen kann. Letzteres tut aber die Astronomie, denn nach ihren Lehren oder Theorien erhält man das Verhältnis der Sonnen- zur Erdmasse durch

13) $\frac{S}{M} = \frac{R^3 \eta^2}{r^3 \mu^2}$ und jenes der Erde und irgend eines Planeten nach

14) $\frac{M}{m} = \frac{R^3 \eta^2}{r^3 \mu^2} \cdot \frac{r_1^3 \mu_1^2}{R_1^3 \eta_1^2} = \frac{r_1^3 \mu_1^2}{r^3 \mu^2}$, da (nach Kepler)

$R^3 \eta^2 = R_1^3 \mu_1^2$ ist.

Das Verhältnis nach 13) fällt aber so klein aus, daß die Astronomie dasselbe kaum je als zweifellos angesehen haben dürfte, zum wenigsten nach ihren Betrachtungen über die Volums- und Dichtigkeitsverhältnisse der Sonne zu schließen, die gleichsam auf den ersten Blick so wenig glaubwürdig erscheinen wie die Ebbe und Flut als Folge der Massenattraktionen, welch letztere doch mit dem Begriffe „Massendichte" Hand in Hand gehen müssen.

Man hat sich mit den nur scheinbar nach dem Gravitationsgesetze in der Tat aber nach dem dritten Gesetze Keplers ermittelten Massenverhältnissen abgefunden, vielmehr in dieser Beziehung die beiden angeführten Gesetze als identisch angesehen, d. i. als Gesetze der Massen und

Massenattraktionen. Dieser große Irrtum würde eine etwas eingehendere Darlegung über Massenermittlungen erheischen. Hierauf kann aber hier nicht eingegangen werden und es dürften folgende zwei Bemerkungen genügen:

a) Weder das eine noch das andere der beiden erwähnten Gesetze ist an und für sich zur Massenbestimmung vollkommen geeignet,

b) es ist auch höchst unwahrscheinlich, daß die Konstitution unseres Sonnensystems bis in alle Details hinein mit den zwei Sätzen des Gravitationsgesetzes oder durch die Proportion nach dem dritten Gesetze Keplers vollständig definiert sein sollte. So uniform ist weder unser Sonnensystem noch der Kosmos.

Die früher angeführte Kraftfunktion

a) $K = -\frac{k^2 S M}{R^2}$, von welcher in einigen Abhandlungen

über Zentralbewegung ausgegangen wird, ist ein dem Prinzip der Massenattraktion vollkommen Rechnung tragender, oder ein nach diesem Prinzip rein synthetisch konstruierter analytischer Ausdruck, auch, kurz gesagt, das mathematisch symbolisierte Gravitationsprinzip. Diese Kraftfunktion ist nun auch weder klar nach durchsichtig und nichts weniger als ganz unanfechtbar.

Nimmt man die Erdmasse M gleich Eins an, so ist

b) $K = -\frac{k^2 S}{R^2}$ und es drängt sich sofort die Frage auf,

was soll k vorstellen?

Betrachtet man die Sonnenmasse S, wie sie von Gauß berechnet wurde (s. Klinkerfues theor. Astron.), als richtig, dann soll k als Gravitationskonstante jenen Wert annehmen, den man auch die Gaußsche Konstante nennt und in dem zitierten Werke findet. Dieser Wert ist kleiner als Eins und von jenem für die Bahnexzentrizität der Erde kaum verschieden. K. v. Littrow stellt in seinem Werke, die Wunder des Himmels, k oder die Gaußsche Konstante auch als eine Charakteristik aller Planetenbahnen unseres Sonnensystems und somit auch für dieses selbst hin. In der 8. Auflage dieses Werkes (bearb. v. Dr. E. Weiß) wird dieser Charakteristik nicht mehr gedacht, u. zw. aus guten Gründen und dabei doch nicht ohne allen Widerspruch. Denn müßte man einerseits schließen, k sei eine für das ganze Sonnensystem gemeinschaftliche Gravitationskonstante, was aber in keinerlei Weise bewiesen wurde und auch nicht und nie zu beweisen wäre, so muß man andererseits doch wieder an-

nehmen, daß dies nach der obigen Kraftfunktion betreffs der Sonnen- und der Einheit der Planetenmasse dennoch der Fall sein sollte.

Es wurde früher gezeigt, wie das negative Vorzeichen der Kraftfunktion durch die Analysis gefordert wird, und zwar ohne Rücksicht auf Logik und Synthesis. Ganz dasselbe läßt sich nun betreffs der Gravitationskonstante k nachweisen.

Setzt man zunächst für ein imaginäres System S gleich M und gleich Eins, so erhält man

$$K = -\frac{k_2}{R^2}.$$ Für die zwischen der Erde und dem Monde bestehende Kraftfunktion oder Massenattraktion ist

$$\text{c)}\quad K_1 = -\frac{k_1^2 M . m}{r^2};$$ und wenn m gleich Eins angenommen wird,

$$\text{d)}\quad K_1 = -\frac{k_1^2 M}{r^2}.$$

Dividiert man die Gleichungen a) und c), um zunächst ganz allgemein das Verhältnis der Massenattraktionen zu erhalten, so besteht hiefür

$$\text{e)}\quad \frac{K}{K_1} = \frac{k^2 . S . M}{R^2} \frac{r^2}{k_1^2 M . m} = \frac{k^2}{k_1^2} \frac{r^2}{R^2} \cdot \frac{S}{m}.$$

Dividiert man b) und d), so ist

$$\text{f)}\quad \frac{K}{K_1} = \frac{k^2 S r^2}{k_1^2 R^2 M},$$ und das Gravitationsgesetz fordert nun, daß in dieser Gleichung $k = k_1$ ist.

In der hienach resultierenden Gleichung

$$\text{g)}\quad \frac{K}{K_1} = \frac{S}{R^2} \cdot \frac{r^2}{M}$$ wurde aber bereits in b) M gleich Eins und in d) m gleich Eins gesetzt. Die Gleichung e) gibt darum auch ein anderes Resultat, wenn $k = k_1$ ist.

Die Massen der Kometen sind ganz und gar unbekannt, und wenn man einzelnen Kometen eine parabolische, anderen eine Hyperbelbahn zuschreibt, so läßt sich dies weder mathematisch noch physikalisch streng begründen. Daß eine gleichförmige Bewegung unter dem ungehinderten Einfluß der konstanten Schwerkraft (Wurfbewegung) eine Parabel als Bahn zur Folge hat, ist wohl sattsam bekannt. Das astronomische Kriterium, um

eine Kometenbahn als Parabel oder Hyperbel definieren zu können, beruht aber, wie leicht nachzuweisen wäre, auf den Gesetzen Galileis und dasselbe stimmt auch keineswegs mit jenen Prämissen überein, welche die Analytiker aus ihren Abhandlungen über Zentralbewegung deduzieren wollen. Durch die elliptische Bewegung der Planeten wurde es den Analytikern wohl nahegelegt, die Familie der Kegelschnittslinien als Bewegungskurven für alle kosmischen Massen, und zwar vom Gesichtspunkt der allgemeinen Gravitation aufzufassen. Eine solche Verallgemeinerung kann aber gewisse Irrtümer nur vergrößern und Vorstellungen großziehen, die sich bei einiger nüchterner Überlegung als Schimäre erweisen. Einzelne Kometen sind in eine so bedenkliche und geradezu höchst gefährliche Nähe zur Sonne, damit also unter den Einfluß einer so enorm gesteigerten Attraktionskraft geraten, daß man wieder fragen muß, warum sie dennoch nicht auf die Sonne stürzten und woher jene Kraft stammen dürfte, die sie, ganz unbekümmert um alle Attraktionskräfte, nicht nur der Sonne wieder entzog, sondern denselben sogar dazu verhalf, selbst über die Grenzen unseres Sonnensystems für alle Zeiten hinauszufinden. Von diesen Kometen ist jedoch nur ein äußerst kleines Bahnstück bekannt und man darf sich daher auch nicht wundern, wenn die Bahnberechner für einen Kometen Umlaufszeiten herausrechnen, welche enorm differieren.

Die eben hinsichtlich der Kometenbewegung gestreiften Erscheinungen sprechen wohl sehr deutlich für die Ansicht Zöllners, wonach die den Kern des Kometen umgebende Hülle mit der Annäherung an die Sonne eine bedeutende Änderung erfahren kann, welche endlich nach wiederholten ähnlichen Einwirkungen, wie beim Kometen Biela, selbst die Auflösung des Kernes zu einem Meteorschwarm herbeiführen kann.

Das Prinzip der Gravitation besteht also nicht in der bisher gelehrten Weise und das Prinzip der sogenannten Massenattraktion ist weder für eine logische noch für eine synthetische und analytisch einwandfreie Behandlung der Zentralbewegung geeignet. Darum transeat cum ceteris, zumal die früher angeführten Gleichungen 11) und 12) zeigen, daß man Gleichgewichtsbedingen hinsichtlich der Massen, der Gravitas und der Drehgeschwindigkeiten erhält, also synthetische Erkenntnisse, wie sie alle Theorien über Zentralbewegung bisher nicht zu bieten vermochten. Auch hierüber ließe sich eine lange Abhandlung schreiben, um darzulegen, wie sich die Analysis betreffs der Kosmodynamik im Kreise dreht und die wahren Ursachen nicht erfassen und bloßlegen kann, weil sie sich in physischen Dingen auf den Boden der Metaphysik stellt, auf den Boden der sogenannten erfahrungsfreien Wissenschaft, auf jenen des nicht erwiesenen Prinzips der

Massenattraktion. Ob der geniale Dichter Friedrich Schiller auch wenigstens ein Mathematikbeflissener war, darüber berichten seine Biographen nicht, und er muß doch nicht ohne tieferen mathematischen Sinn gewesen sein. Denn das Distichon, in welchem er die Analytiker apostrophiert:

„Ist denn die Wahrheit ein Zwiebel, von dem man
die Häute nur abschält?“
„Was ihr hinein nicht gelegt, ziehet ihr nimmer heraus.“

ist gewiß die beste und kürzeste Kritik über die dermalige Theorie der Zentralbewegung, wie sie der Hauptsache nach in ihren zwei Varianten bekannt ist und allgemein gelehrt wird.

Wenn wir nicht der Kurzsichtigkeit geziehen werden sollen, so müssen wir wohl daran denken, daß man dieses Distichon auch auf unsere Theorien anwenden könnte, wie ja eben an die Analysis überhaupt. Aber der einheitliche Gesichtspunkt in unseren Theorien ist doch ein wesentlich anderer, obschon derselbe wie jener der Physik überhaupt. Denn wir haben zunächst die Gesetzmäßigkeiten aufgesucht, die zwischen den wesentlichsten Bahnelementen selbst bestehen müssen, und was die heutige Theorie der Zentralbewegung an Thesen (eigentlich an Postulaten) voraussenden muß, das ergibt sich nach unserer einfachen Theorie als Konklusion.

Mit den Gleichungen 11) und 12) steht man, wie noch hervorgehen wird, hinsichtlich der beiden bezüglichen Massen und ihrer Zentripetalbeschleunigungen oder Fliehkräfte vollkommen auf dem sicheren Boden der Experimental- und der theoretischen Physik, wenn auch das bezüchliche Massenverhältnis (83 : 1) größer ausfällt als jenes nach Hansen (80 : 1), da ja auch die Vektoren R und r von den üblichen Angaben etwas abweichen. Die Ermittlung der zuverlässigen Werte der letzteren, u. zw. auf induktivem Wege wurde bereits in einer früheren Abhandlung vorgeführt. Der Kern betreffs aller hier bloß gestreiften Zwischenprobleme oder Zwischenuntersuchungen liegt aber darin, daß man nach Emanzipation vom Gravitationsgesetze mittels einer gleichförmigen Kreisbewegung, die sich durch die zuvor charakterisierte Oszillation aller Planeten und Satelliten in normaler Richtung zu ihrer Bahn zur elliptischen und ungleichförmigen gestaltet, zu Resultaten gelangt, die mit jenen der Physik vollkommen übereinstimmen, und für letztere in Ansehung der Kosmodynamik eine fast ungeahnte Perspektive eröffnen.

In letzterer Beziehung ist namentlich die durch Messungen sehr genau bekannte Lichtgeschwindigkeit und Maxwells elektromagnetische Lichttheorie von großer Wichtigkeit, weil hierin Mittel und Wege

gegeben sind, die über den Zustand des Äthers, des die Sonnenenergien fortpflanzenden, den ganzen Raum des Sonnensystems, ja die Räume aller Sonnensysteme ausfüllenden Fluidums wertvolle Aufschlüsse erteilen werden.

Der dänische Astronom Olaf Römer hat die Lichtgeschwindigkeit aus der Verspätung in der Sichtbarkeit der verfinsterten Jupitermonde berechnet und diese Geschwindigkeit fast genau so groß gefunden, als sie durch terrestrische Versuche festgestellt wurde, und aus der von Bradley entdeckten Aberration des Lichtes der Fixsterne muß gefolgert werden, daß die Lichtgeschwindigkeit nicht nur im Sonnensystem, sondern im Kosmos überhaupt dieselbe ist, und daß somit für letzteren ein einheitliches Gesetz oder Band, eine einheitliche Konstitution besteht.

Man kann nun an den beständigen Fall der Atome im Raume denken, wie ihn schon Demokritos lehrte, oder wie wir heute richtiger sagen müssen, an die Vibration des Äthers in radialer Richtung vom Zentrum der großen Sonnenkugel. Auch der Gesetze Galileis darf nicht vergessen werden und man hat dann allen Grund zu behaupten, die Lichtgeschwindigkeit ist im Sonnensystem und im Kosmos in allen Sphären dieselbe, jedoch nicht die Intensität ihrer Fortpflanzung durch den Äther. Nach Galilei hat man für die Fallhöhe

$$h = \frac{1}{2} g t^2.$$

Bezeichnet V_x die in Meter ausgedrückte Lichtgeschwindigkeit, T die in Zeitsekunden ausgedrückte Umlaufszeit der Erde, so wäre der Weg V_x, nachdem es im ganzen Kosmos keine einzige gleichförmige, sondern nur gleichförmig beschleunigte Bewegungen (Drehung der Bahnapsiden) gibt, durch

15) $\begin{cases} V_x = \frac{1}{2} g_x T^2 & \text{darzustellen, woraus} \\ g_x = \frac{2V_x}{T^2} & \text{folgt.} \end{cases}$ Für die Sphäre eines zweiten Planeten

hätte man

$$g_{x_0} = \frac{2\,V_x}{T_0^{\,2}} \quad \text{und somit}$$

$$\frac{g_x}{g_{x_0}} = \frac{T_0^{\,2}}{T^2}, \quad \text{nach dem dritten Gesetze Keplers auch}$$

16) $$\frac{g_x}{g_{x_0}} = \frac{R_0^{\,3}}{R^3}.$$

Hiemit wäre, wie in der Einleitung bereits angedeutet wurde, jene Schwingungs- oder Vibrationskonstante gefunden, welche im Sonnensystem für die Oszillation eines Planeten dieselbe Rolle spielt wie die Gravitas g in allen Schwingungs- (Oszillations-, Vibrations- und Undulations-) Erscheinungen der Physik (Pendelbewegung, Schwingung einer Violin- oder Metallsaite, Wellenbewegung des Wassers).

Es ist offenbar gleichgültig, ob man unter g_x und g_{x_0} mittlere Lichtbeschleunigungen oder eine Dichte, einen Dichtedruck (als Flüssigkeitsdruck) oder wie man sonst auch öfter sagt, einen Lichtdruck verstehen will, der von der Sonne ausgehend und durch diese in bestimmter Intensität erhalten wird, der Schwere entgegenwirkt, aber denselben Gesetzen unterliegt wie diese.

In allen Einheiten der theoretischen Physik kommt gegenüber metaphysischen Abhandlungen ein Relativismus zum Ausdruck, den der Metaphysiker, wie namentlich noch aus den Betrachtungen über die relativen Bewegungen im Sonnensystem hervorgehen dürfte, nie so streng verfolgen kann wie der Physiker, sobald derselbe die wahren Kausalitäten und deren Zusammenhang erkannt hat. Die Beschleunigungen, beziehungsweise die Dichte des Äthers oder auch der Lichtdruck, würden sich somit in den verschiedenen Sphären um das Sonnenzentrum wie umgekehrt die Volumina verhalten, die durch diese Sphären begrenzt werden; ein Gesetz, welches die Kontinuität des Äthers im Raume und seine Schwingungszustände in demselben in einer der Physik durchaus nicht widersprechenden, ja sogar in sehr harmonischer Weise definieren würde.

Ein Wust von Gleichungen und Zahlen wirkt nicht ermunternd zur Lektüre irgend einer längeren Betrachtung und darum wurde auch schon früher in dieser Beziehung Maß gehalten. Es soll daher hier auch bloß angedeutet werden, zu welchen Einsichten und Erkenntnissen man gelangt, wenn man sich durch das Gravitationsprinzip nicht beirren läßt.

Bezeichnet p den Atmosphärendruck auf die Flächeneinheit (1 m^2) und τ die Exzentrizität der Mondbahn, dann ist in Hinsicht auf die Gleichung 5)

$$17)\quad \frac{R\,\eta^2}{g_x\,p} = \frac{M\,R\,\Theta^2}{m\,r\,\tau^2} \cdot = \frac{\delta^2}{\tau^2}\,.$$

Setzt man ferner das Verhältnis der siderischen Umlaufszeit der Erde und des Mondes gleich n, also

$\frac{T_s}{t_s} = n$, dann erhält man die Lichtgeschwindigkeit V_x in Kilometer aus

$$18)\quad V_x = \frac{n\,R}{\Theta\,r},$$ also durch Bewegungselemente (astronomisch: durch Bahnelemente) der Erde und des Mondes dargestellt.

Diese zwei letzteren Gleichungen, die doch nicht eines bloßen **Zufalles** halber bestehen können, geben dem Physiker viel zu denken und sie **müssen** ihn auf eine Fährte führen, die bei einem aufmerksamen **Studium der** theoretischen Physik ohnehin nicht zu verkennen ist.

Der linke Teil der Gleichung gibt das Verhältnis kosmischer **Drucke**, der rechte Teil jenes zweier Massenzentripetalbeschleunigungen **einer be**stimmten Drehbewegung, die klar vor Augen tritt, indem sich das **Verhältnis** der erwähnten Massendrucke mit jenem des Quadrates zweier **Winkel**bewegungen identifiziert, die sich auf den Vektor r beziehen.

Übrigens kann man für diese Gleichung auch

$$\frac{M\,\Theta^2}{m\,\tau^2} = \frac{r\,\delta^2}{R\,\tau^2} \quad \text{und}$$

$$\frac{M}{m} = \frac{r}{R} \cdot n^4 \quad \text{schreiben.}$$

Aus der Gleichung 18) ist zu ersehen, daß die Lichtgeschwindigkeit außer von den ihrem Mittelwert nach konstanten Größen R, r und n auch von der Bahnexzentrizität der Erde und nach Gleichung 11) auch noch von dem Massenverhältnis der Erde und des Mondes abhängt. **Die Bahnexzentrizität Θ ist also kein zufälliges Bahnelement**, sondern, umgekehrt schließend, eine Folge der eben angeführten Größen und der Lichtgeschwindigkeit, die sich wieder, wie zuvor gezeigt, durch den Lichtdruck ausdrücken läßt.

Ähnlich liegen die Verhältnisse betreffs der Exzentrizität τ der Mondbahn und hierauf werden wir nochmals zurückkommen.

Die Gesetze Keplers und Galileis sowie die gleichförmige Kreisbewegung reichen also vollständig dazu aus, um mit Hilfe einer den Bahnexzentrizitäten entsprechenden Oszillation aller Planeten und Trabanten die Planetentheorie in strenger Übereinstimmung mit der theoretischen und Experimentalphysik zu begründen.

Ohne zu vergessen, was die Physik den Bestrebungen der Forscher neuerer und neuester Zeit verdankt, möge es gestattet sein, hier nochmals des Prinzips der allgemeinen Gravitation und im Speziellen Keplers zu gedenken.

Die Renaissance der exakten Wissenschaft fällt so recht erst mit Galilei ein. Durch die von Christof Columbus angebahnten Entdeckungsreisen kam man auch zum Begriff „Antipoden“ und während andere über die Schwere grübelten, schritt Galilei, der auch der erste war, welcher das mittlerweile erfundene Fernrohr gegen den Himmel richtete und die Jupitermonde entdeckte, sofort an das Experiment. Die Fallgesetze Galileis († 1642) und die Entdeckungen Kopernikus', Keplers und Newtons gestalten die

zweite Hälfte des 17. Jahrhunderts zu einer der glänzendsten Epochen in der Geschichte der induktiven Wissenschaft.

Aber nicht jeder Fund wird hinsichtlich seines Wertes sofort und völlig erkannt. Auch das wissenschaftliche Einschätzungsvermögen wächst erst mit der Zeit und ihren geistigen Errungenschaften. Die Gesetze Keplers, die zum Kopernikanischen System erst den Schlußstein legten, wurden zwar dankbar akzeptiert und registriert, doch vermochte man sich für dieselben nicht so zu echauffieren wie für das Gravitationsgesetz. Nachdem die Skepsis des neuen Prinzips zur Erklärung des im Kopernikanischen System wirksamen Agens durch Suggestion verscheucht war, nachdem man sich in das Prinzip der Massenattraktion förmlich hineingedacht und hineingelebt hatte, da fand man gar bald, daß es weit mehr enthalte als die Gesetze Keplers. Letztere gaben mehr die Form des neuen Systems, der Geist des letzteren lag aber in der Attraktionskraft der Massen. Für die Pantheisten war die biblische Tradition von der Erschaffung der Welt durchbrochen und bei der zur Zeit herrschenden geistigen Strömung ward ein willkommenes und weites Feld erschlossen für angeblich naturphilosophische Abhandlungen und Betrachtungen, welchen die Massenattraktion als Substrat diente und und nach welchen diese Attraktionskraft als einzige Ursache für die Bewegungen und Oszillationen im Sonnensystem und im Kosmos überhaupt vollkommen bewiesen und begründet war. In der Tat trat aber an die Stelle biblischer Metaphysik die Metaphysik des Gravitationsprinzips und inwieweit dies mit den Theorien Empedokles von Agrigent, der zuerst zwischen Kraft und Stoff unterschied, in Verbindung gebracht werden kann, darüber möge der Leser selbst entscheiden.

Man nennt Kepler auch gern einen seltsamen Mann, wahrscheinlich dieserwegen, weil er in seiner Zeit leider noch gezwungen war, nebenbei auch Astrologie zu betreiben, und weil manchen die Art und Weise der Auffindung und Bekanntgabe seines dritten Gesetzes etwas wenig wissenschaftlich erscheinen mochte. Allein wie hätte irgend jemand anderer dieses Gesetz, dem wir allein die Kenntnis der Entfernungen aller Planeten verdanken, ableiten, entdecken und dabei mit jener wirklich seltenen Geradheit und Offenheit und in anderer Form verkünden können? Ist es nicht genug, daß er der erste war, welcher erkannte, das große Getriebe müsse nach festen Grundsätzen angeordnet sein und in Bewegung erhalten werden? Nach den früheren Ausführungen kann man bereits mit vollem Rechte behaupten, daß die Gesetze Keplers weit mehr enthalten, als man dies auf den ersten Blick zu ahnen vermag.

Es wäre vielleicht bereits ein Zuviel an Betrachtungen über das Gravitationsprinzip zu verzeichnen und es wird doch noch nötig sein, hierauf

wieder zurückzukommen. Ein Prinzip, welches so tiefe Spuren in der Geschichte der exakten Wissenschaften während einer langen und äußerst fruchtbaren Epoche hinterlassen hat, hat Anspruch auf Pietät und noch mehr dessen Urheber, welchem das astronomische Prinzip von der Drehung aller Bahnen noch nicht bekannt war, wie man nach allem annehmen muß.

Die Schwere besteht und damit eine Gravitation, jedoch eine solche im Sinne des Archimedischen Prinzips nnd nicht im Sinne einer den Massen inhärenten Attraktionskraft. Von letzterer wollte, wie schon hinreichend hervorgehoben wurde, der Urheber des Gravitationsprinzips auch nichts wissen. Er stand sonach eigentlich ganz auf dem Standpunkte Galileis und seiner Gesetze. Es waren also andere, die die Gravitation ganz bestimmt als eine Folge der Massenattraktionen hinstellten, geradeso auch die Ebbe und Flut des Weltmeeres. In letzterer Hinsicht beruft sich aber die Geschichte auch auf Newtons Ansicht und darin läge ein Widerspruch betreffs seiner Negation einer Massenattraktion, der sich nur damit erklären läßt, daß die Infirmität des Alters Newton bemüssigte, die zweite Ausgabe seines Werkes in andere Hände zu legen. Zur Zeit ihrer Renaissance knüpfte die Wissenschaft an die Ergebnisse des Altertums, insbesondere aber an die Lehren Aristoteles und der Alexandrinischen Schule an. Einen Zusammenhang zwischen der Position des Mondes und der Ebbe und Flut vermuteten aber schon die phönizischen Seefahrer. Inwieweit dieser Umstand, der nicht wesentlich anderer Natur ist als jener, daß mit Sonnenaufgang der Tag beginnt, auf die Erklärung der Ebbe und Flut durch eine Massenattraktion von Einfluß gewesen sein mochte, ist vielleicht nicht genau festzustellen. Aber der erwähnte Umstand war bekannt und, wie manche ältere Ansicht, kaum ohne Einfluß in einer Zeit, wo die Wissenschaft erst an die selbständige Schaffung eines neuen Fundamentes schritt.

Daß die Attraktionskraft des Mondes und gar erst jene der so sehr entfernten (und, nebenbei bemerkt, nach den Angaben der Astronomie so wenig dichten) Sonne nebst der Abplattung der Erde die Ursache der Ebbe und Flut sein soll, ist aber auch eine Schimäre. Wie die Erdabplattung nur eine Folge der Achsendrehung ist, genau so sind Ebbe und Flut die Folge eines vorwiegend durch die Achsendrehung der Erde verursachten Oszillationszustandes des Weltmeeres, der durch die ungleichförmige Bewegung der Erde in ihrer Bahn etwas beeinflußt wird. Der Meeresspiegel steht unter einem verhältnismäßig großen Atmosphärendruck. Die genannten Attraktionskräfte sollen nun größer als dieser Druck sein. Nach dem Fallgesetze fallen alle Massen gleich intensiv im Raum, nur für das Wasser soll dies nicht gelten, denn es soll der Anziehungskraft der Erde doch weniger

folgen als jede andere Masse und Materie auf der Erdoberfläche. Also auch hinsichtlich des Phänomens der Ebbe und Flut als Folge der Massenattraktionen tritt ein Widerspruch hervor, weil diese Attraktionen nicht bestehen, wohl aber Oszillationszustände des leicht verschiebbaren, großen, dreiviertel der Erdoberfläche einnehmenden Wassers, welches in allen Punkten seiner Oberfläche binnen 24 Stunden eine jeweilig wechselnde Geschwindigkeit besitzt, wenn man sich die Achsendrehung der Erde mit deren fortschreitender Bewegung um die Sonne kombiniert vorstellt. Es ist dann auch vollkommen erklärlich, wenn in den großen Binnenseen und in den Binnenmeeren Ebbe und Flut nicht oder mit weit geringerer Intensität konstatiert werden konnten, trotz des Umstandes, daß sich ihr Wasser gegenüber der Attraktionskraft des Mondes und der Sonne doch nicht wieder anders verhalten könne als jenes des Weltmeeres.

Da nun aber die Gravitas von der Achsendrehung der Erde und von ihrer Drehung um die Sonne abhängt, so hängt, wie eben bewiesen worden sein dürfte, auch die Ebbe und Flut mit der Gravitas und Gravitation und der infolge dessen ungleichförmigen Bewegung des leicht verschiebbaren Meeresspiegels, jedoch nicht mit einer fiktiven Massenattraktion zusammen. Auch das Phänomen der Ebbe und Flut soll seinerzeit noch etwas eingehender beleuchtet werden.

Die Aufdeckung von Irrtümern wie auch die Entdeckung selbst epochemachender Prinzipien hat weder an dem Lauf der Welten etwas geändert noch für die Wissenschaft, für das wahre Wissen grundstürzend gewirkt. Strebt man aber die Erforschung der Wahrheit an, dann muß sich die Vorstellung über gewisse, um nicht zu sagen, über scheinbar bestimmte Gegenstände und über die Vorgänge mit und in denselben sowie über die bezüglichen Kausalitäten den tatsächlich bestehenden Verhältnissen und Naturphänomenen anbequemen und oft mehr oder weniger modifizieren; nur einem solchen Vorgang kann es beschieden sein, endlich zwischen allen Erscheinungen (Wahrnehmnngen) und ihren Kausalitäten jene Übereinstimmung zu erreichen, die mit bereits als vollkommen widerspruchsfrei erkannten und durch das Experiment gestützten Prinzipien und Kausalitäten in voller Harmonie stehen. Oszillationszustände und die Ursachen derselben sind der Physik nicht nur nicht fremd, sondern von derselben genauestens festgestellt und begründet. Es dürfte daher auch nicht schwer fallen, das Phänomen der Ebbe und Flut durch ein entsprechendes Experiment zu belegen. Man will wahrgenommen haben, daß bei einer hinsichtlich der Korrosion des fließenden Wassers nicht erheblich verschiedenen Beschaffenheit der Ufer die westlichen Ufer der Flüsse infolge der Achsendrehung der Erde von West nach Ost stets stärker unter-

waschen sind als die östlichen. Trifft dies zu, dann liegt hiemit bereits ein Beobachtungsresultat vor, welches sich auf ein Experiment der Natur stützt sowie auf das Beharrungsvermögen des leicht verschiebbaren, im übrigen aber den dynamischen Gesetzen unterliegenden Wassers. Die stets erneuerten und der Intensität nach wechselnden Impulse, die das Meer vorwiegend dnrch seine westlichen Küsten empfängt, um die Achsendrehung der Erde und deren fortschreitende Bewegung mitzumachen, müssen einen Oszillationszustand desselben herbeiführen, der jedoch wie jeder andere periodisch gleichmäßig währende Oszillationszustand weder die eine noch die andere Bewegung der Erde beeinflußen kann, nachdem die Summe der durch einen solchen Oszillationszustand nach allen Richtungen hin geleisteten mechanischen Arbeiten gleich Null sein muß.

Wo das Gravitationsgesetz versagt, da stellt sich, wie bald mehrfach zu entnehmen sein wird, das dritte Gesetz Keplers von selbst ein, um wie die Flut über die Klippe hinwegzuhelfen.

Nach der sogenannten Potentialtheorie stellt das Potential immer eine Energie der Masseneinheit oder, mit anderen Worten, das Quadrat einer Geschwindigkeit dar. Nach dem dritten Gesetze Keplers verhalten sich dann die mittleren Energien der Masseneinheit in der Bewegung der Planeten und Monde wie umgekehrt die Entfernung vom unmittelbaren Zentralkörper. Unter dem Einflusse bestimmter Energieverhältnisse entstanden, müssen dieselben bei allen Planeten und Monden heute noch dieselben sein wie ehedem. Die Summe der Energien aller Materie des Raumes unseres Sonnensystems ist also eine konstante Größe. Dieser Gesichtspunkt rein analytischer Natur ist der einzig maßgebende und zugleich der natürlichste für eine auf streng wissenschaftlicher Basis aufgebaute Kosmologie. Diese These ist auch schon seit langer Zeit ein Grundpfeiler der Physik und Mechanik. Es wird nunmehr auch klargelegt sein, warum unsere Mathematiker in das Prinzip der Massenattraktion die These: Jede der beiden Massen wirkt mit ihrer Masse auf die Masseneinheit der anderen Masse, hineintrugen, hineintragen mußten, und es kann auch kaum mehr wunderlich erscheinen, wenn mancherseits, eben von der Potentialtheorie ausgehend, selbst die Masse als ein fiktiver und etwa nur in der Wissenschaft bestehender Begriff hingestellt wird. Die Massen müssen aber, wie zuvor gezeigt, aus den Bahndrehungen, Bahnbeschleunigungen, beziehungsweise aus den Bahnoszillationen berechnet werden, welche eine Folge der Massen und ihrer Schwere sind. Man erhält damit allerdings nur ein Massenverhältnis und wir werden später noch sehen, daß der Begriff „absolute Masse“ ein fiktiver ist und es bleiben muß, wenn nicht, wie in

allen Dingen, der Begriff „Masseneinheit" konventionell festgestellt wird. Dieses Problem scheint auch den jüngst verstorbenen, renommierten Physiker Lord Kelvin sehr beschäftigt zu haben.

Das Prinzip einer bestimmten Arbeits- oder Energiegröße hinsichtlich der Bewegung einer bestimmten Masse in bestimmter Entfernung vom Zentralkörper (oder auch wie beim Pendel um einen fixen Aufhängepunkt) ist jenes, welches sowohl die terrestrische wie auch die kosmische Mechanik beherrscht. Dieses Prinzip hat schon Huyghens vertreten, indem er nachwies, daß das Pendel in seiner Schwingungsebene nie über die Höhe des Ausgangspunktes seiner Bewegung aufsteigen kann. Dasselbe gleicht aber auch jenem über die Flüssigkeitshöhe in kommunizierenden Röhren.

Für den zentralen Stoß vollkommen elastischer Körper gilt auch der Satz, daß die Summe der kinetischen Energien zweier oder selbst mehrerer Körper nach dem Zusammenstoß derselben dieselbe sein muß wie vorher. Sind die Körper nicht vollkommen elastisch, dann tritt eine Deformation ein, die eine gewisse mechanische Arbeit auf Kosten der kinetischen Energien absorbiert, die jedoch infolge des Umsatzes in Wärme nicht verloren geht. Es ist dies das bekannte Prinzip von der Erhaltung der Energie, welches in der analytischen Mechanik mitunter auch noch als jenes von der Erhaltung der lebendigen Kraft, auch der geleisteten mechanischen Arbeit, bezeichnet wird. Hinsichtlich einer ungleichförmigen Bewegung besagt das letztere Prinzip aber eigentlich etwas anderes, nämlich: daß der sich ungleichförmig bewegende Körper in jedem Punkte seiner Bahn eine bestimmte kinetische (Bewegungs-)Energie besitzt, die daher immer wieder dieselbe ist, so oft der Körper auf denselben Punkt der Bahn zurückkehrt. Aber auch in diesem Sinne wird die mittlere Energie unveränderlich sein. Es wird sich noch von selbst ergeben, daß die Erde in ihrer Bewegung um die Sonne fast nie auf denselben Punkt ihrer Bahn zurückgelangen kann und daß darum auch gewisse Elemente derselben einer zwar geringen, aber steten Schwankung unterliegen müssen.

Nimmt man an, eine in der Verdichtung und Zusammenziehung befindliche rotierende Dunstkugel besitze momentan die Masse S, den Halbmesser R_1 und die Winkelgeschwindigkeit μ_1, so wird die dieser Drehbewegung entsprechende Energie oder die hiezu aufgewandte mechanische Arbeit

a) $A = \frac{4}{15} \pi S R_1^5 \mu_1^2$ betragen und für den kleineren Halbmesser R mit der größeren Winkelgeschwindigkeit μ wird

b) $A = \frac{4}{15} \pi S . R^5 \mu^2$ sein. Ist die lebendige Kraft oder Dreh-

energie stets dieselbe, die Masse S unveränderlich und dabei nach dem dritten Gesetze Keplers

$R_1^3 \mu_1^2 = R^3 \mu^2$, so folgt für eine Gleichsetzung der beiden Ausdrücke a) und b)

$Sg_1 R_1^2 = Sg . R^2$ und daraus

$\frac{g_1}{g} = \frac{R^2}{R_1^2}$ d. h. g_1 und g sind Verdichtungskonstanten und sie verhalten sich wie umgekehrt die Quadrate des jeweiligen Kugelhalbmessers.

Diese letztere Relation beleuchtet nun die These Newtons in so gründlicher Weise, daß jeder Kommentar entbehrlich ist.

Das letztere Resultat würde man aber auch erhalten, wenn man die These aufstellt, das Trägheitsmoment der rotierenden, sich verdichtenden oder zusammenziehenden Kugel ist eine konstante Größe und in allen Gleichungen über Drehbewegungen tritt bekanntlich das Trägheitsmoment an die Stelle der Masse, und ersterer Begriff knüpft sich wieder an die Voraussetzung, die Molekeln des Körpers (dessen materielle Punkte) würden sich an der bezüglichen Drehbewegung gleich intensiv, d. h. also so beteiligen, als wenn die Masse in einem Punkte vereinigt wäre. Man kann nun dieses Kontraktionsgesetz auf die einstige große, bis über Neptun hinausreichende Dunstkugel unseres Sonnensystems übertragen und es ist selbstverständlich, daß bei der Abtrennung der Planetenmassen ein völlig verschwindender Verlust an Sonnenmasse eintrat und daß hiebei jeder Masseneinheit der losgetrennten Masse auch die dem dritten Gesetze Keplers entsprechende kinetische Energie um die Sonne erteilt wurde. Dem so formulierten Prinzip kommt Kontinuität hinsichtlich aller Planetenbahnen, jedoch nicht betreffs der Achsendrehung der Sonne zu.

Wendet man das eben vorgeführte Prinzip auf die Erde mit ihrem Mond an, indem man annimmt, daß die bis zum Mond reichenne Dunstkugel der Erde zur Zeit, als sich jener abtrennte, den Halbmesser r und die Drehgeschwindigkeit μ hatte, so findet man, daß

$M r^5 \mu^2$ nicht gleich $M d^5 \lambda^2$ oder

$M . r^5 \mu$ „ „ $M g d^5 \lambda^2$ ist. Hingegen ist, wie schon erwähnt,

$\frac{r^2 \mu^2}{d^2 \lambda^2} = \frac{g}{2}$ und $\frac{r^3 \mu^2}{d^3 \lambda^2} = k$, mithin

$$\frac{r^2}{d^2} = \frac{g\,\lambda^2}{2\,\mu^2} = k.\frac{d\,\lambda^3}{r\,\mu^2}$$ und nach der früheren Gleichung 12)

$$\frac{M}{m} = \frac{g}{2}\sqrt{k.} = \frac{r^2\,\mu^2}{d^2\,\lambda^2}\sqrt{\frac{r^3\,\mu^2}{d^3\,\lambda^2}} = \sqrt{\frac{r^7\,\mu^6}{d^7\,\lambda^6}}\,.$$

Für die Erde und ihren Trabanten besteht aber dennoch die Kontinuität des dritten Gesetzes Keplers, jedoch nicht mit Bezug auf den Erdmittelpunkt.

Dasselbe wird, nach Analogie zu schließen, auch rücksichtlich der Planeten mit Monden und der Sonne der Fall, allein betreffs letzterer nicht zu beweisen sein, weil eine Bewegung der Sonne im System überhaupt nicht recht nachweisbar ist. Hinsichtlich der Erde ist dies aber möglich. Darüber erst später und wir kehren wieder zur Potentialtheorie zurück.

Das Potential H, welches der Kraftfunktion

$$K = -\frac{k^2\,S\,.\,M}{R^2}$$ entspricht, wird durch

$$H = -\frac{k^2\,.\,S\,.\,M}{R}$$ ausgedrückt.

Es ist somit

$$\frac{H}{K} = R$$ oder $$\frac{K}{H} = \frac{1}{R}\,.$$ Für einen zweiten Planeten ist

$$\frac{K_1}{H_1} = \frac{1}{R_1}$$ und mithin

$$\frac{K}{H}\cdot\frac{H_1}{K_1} = \frac{R_1}{R}$$ oder in Worten:

das Verhältnis, welches im Sonnensystem betreffs des Verhältnisses zwischen der analytischer Kraftfunktion und dem Potential hinsichtlich der Planetenbewegungen besteht, ist genau dasselbe wie jenes für die mittlere kinetische Energie der Masseneinheit der Planeten nach dem dritten Gesetze Keplers. Im Sinne dieses Gesetzes (Gleichung 5) und der Bestimmung des Massenverhältnisses für die Erde und den Mond (Gleichung 11) könnte man nun

α) $$\frac{S}{R^2} = R\,\Theta^2$$ und $$\frac{M}{r^2} = r\,\tau^2$$ ansetzen, woraus

19) $$\frac{S}{M} = \frac{R^3\,\Theta^2}{r^3\,\tau^2}$$ folgt. Durch Substitution mittels

$\frac{M}{m} = \frac{r\,\delta^2}{R\,\Theta^2}$ übergeht die Gleichung 19) in

20) $S = \frac{R^2\,\delta^2}{r^2\,\tau^2}$, wobei m gleich Eins ist und die Sonnen- wie die Erdmasse durch eine und dieselbe Einheit (die Mondmasse), die erstere Masse aber durch ein Potentialverhältnis (20) ausgedrückt erscheint.

Die sonach in Erdmassen ausgedrückte Sonnenmasse (19) fällt nun merkwürdigerweise $\sqrt{k} = 17$mal so groß aus als sie bislang nach dem dritten Gesetze Keplers berechnet und angegeben wurde. Darin läge aber bloß ein Hinweis, daß nach der üblichen Gravitationstheorie die Masse der Sonne oder das Agens aller Planetenbewegungen aus der Intensität der Achsendrehung der Erde berechnet wurde, ohne Rücksicht darauf, daß hiebei die Gravitas g nicht gleich Eins ist.

Die Relation 20) läßt sich auch ableiten, indem man

β) $\frac{S\,M}{R^2} = \delta^2$ und $\frac{M\,m}{r^2} = \tau^2$ dividiert und wieder m gleich Eins setzt. Da nun τ den Exzentrizitätswinkel der Mondbahn vorstellt, so sind die metaphysischen Massenattaktionen durch das Quadrat von Winkelgrößen ausgedrückt, u. zw. durch das umgekehrte Verhältnis derselben, sofern die Bewegung des Perigäums um den Winkel δ bei jedem Mondumlauf dem Mond und nicht der Erde zufällt. Die Rechnung mit den hier benützten Rechnungsgrößen gibt ferner

20a) $S = \frac{R^2\,\delta^2}{r^2\,\tau^2} = e^2$, wenn e die lineare Exzentrizität der Mondbahn bedeutet. Es wird sich nun später noch herausstellen, daß die Nutationsbewegung der Erde und des Mondes eine Oszillation derselben in ihren Bahnen darstellt, die im allgemeinen so verläuft, als würde sich der Mond um die Erde im Kreise drehen und die Erde hiebei innerhalb der Nutationsperiode von $18^2/_3$ Jahren (genauer genommen, ein astronomisches Observatorium unserer Breitengrade) einen vollen Kreis vom Halbmesser e um ihren mittleren Ekliptikort beschreiben. Damit wäre das Potential nach 20a) erklärt sowie jene Drehbewegung, welche es definiert und die sozusagen unausgesetzt eine geringe Transformation der Erd- und Mondbahn zur Folge hat, welche gleichzeitig die Erscheinung der Präzession und Nutation sowie auch die Ungleichheiten in der Mondbewegung und im Verein mit der jährlichen Bewegung des Periheliums der Erdbahn auch die Änderungen in

der Schiefe der Ekliptik vollkommen erklärt. — Solche Vorgänge und Bewegungen sind aber, wie schon betont, im absolut leeren Raum und infolge unveränderlicher Massen und Massenattraktionen gar nicht denkbar. Ebensowenig ist die Gravitas g von der Massenanziehung der Erde herzuleiten. Die Gravitas g ist eine kosmische Verdichtungskonstante. Die Schwere besteht, wie sich auch schon Newton stets darauf berief, aber ihre Intensität hängt ab: 1) von der Menge des in einer Volumseinheit enthaltenen Materiellen (spezifische Schwere und spezifisches Gewicht; 2) von der Größe der kinetischen Energie dieser materiellen Menge im Raum, somit 3) von der Achsendrehung der Erde und ihrer Bewegungsgeschwindigkeit um die Sonne und infolgedessen 4) auch von der Dimension oder dem Halbmesser der Erde, wie nach 1).

Setzt man die Dichte der Erde, als sie als Dunstkugel noch bis zum Mond reichte und den Halbmesser r hatte, gleich Eins, so ist ihre gegenwärtige Dichte gleich g.

Die im allgemeinen gleichförmige Achsendrehung der Erde und ihre nur äußerst wenig ungleichförmige Bewegung um die Sonne stellen, wie schon eingangs erwähnt, einen Gleichgewichtszustand dar, der die relativen Gewichtsverhältnisse auf der Erdoberfläche kaum merklich beeinflußt.

Ein Blick auf die Gleichung 17) gibt endlich für das eben betrachtete Potential auch

$$S = \frac{R^3 \eta^2}{g_x . p . r^2} = \frac{M . R^3 \Theta^2}{m\, r^3 \tau^2} = \frac{R^2 \delta^2}{r^2 \tau^2}\, e^2.$$

Nachdem nahezu

$$\frac{g_x\, p}{2} = \frac{T}{10^{10}}$$ ist, so kann man auch

$$S = \frac{2 . R^2}{r^2} \frac{10^{10}}{T} = \frac{M\, R^2}{m\, r^2} . \frac{R\, \Theta^2}{r\, \tau^2} = \frac{R^2 \delta^2}{r^2 \tau_2} = e^2$$ schreiben, mit

dem wiederholten Bemerken, daß in den eine Drehbewegung darstellenden Gleichungen nach der einschlägigen Theorie die Trägheitsmomente $M R^2$ und $m r^2$*) an die Stelle der Massen treten. Setzt man in diesem Sinne

*) Das Trägheitsmoment einer Kugel von der Masse M mit dem Halbmesser R ist gleich $\frac{2}{5} M R^2$ (bezw. $\frac{2}{5} m r^2$) und dabei ist eine Drehung der Kugel um einen ihrer Durchmesser gedacht. Im vorliegenden Falle bewegen (drehen) sich die Massen M und m mit den Vektoren R und r um je ein anderes Zentrum, aber doch um das gemeinschaftliche Zentrum Sonne. Die Bezeichnung Trägheitsmoment ist nur schlechtweg zulässig und insofern, als durch $M R^2$ und $m r^2$ der Begriff einer relativen Arbeitsleistung zum Ausdruck gelangt, u. zw. in demselben Sinne wie hinsichtlich des Begriffs Trägheitsmoment.

$M R^2 = \mathfrak{M}_R$ und $m r^2 = m_r$, so erhält man

$$21) \quad S = \frac{\mathfrak{M}_R R \Theta^2}{m_r r \tau^2} = \frac{R^2 \delta^2}{r^2 \tau^2} = e^2$$ oder das Verhältnis zweier Massenzentripetalbeschleunigungen durch jenes zweier Potentiale ausgedrückt, auch wohl durch die Fläche e^2, für welche $\pi = 1$ ist.

Wegen

$$\frac{e^2}{E} = n^2 = \left(\frac{T_s}{t_s}\right)^2$$ ist endlich auch

$S = E.n^2$, wobei E in Kilometer ausgedrückt werden muß.

Die früher angeführten Gleichungen β) kann man als eine analytische Begründung des Gravitationsprinzips und des Prinzips der metaphysischen Massenattraktionen betrachten, jedoch mit dem großen Unterschied, daß die Kraftfunktion

$$K = -\frac{k^2.S M}{R^2}$$ durch $\frac{S.M}{R^2} = \delta^2$

$$K_m = -\frac{k^2 M m}{r^2}$$ durch $\frac{M.m}{r^2} = \tau^2$ zu ersetzen ist. Da δ und τ bestimmte Winkel darstellen, so ist

$S M = R^2 \delta^2$ und $M m = r^2 \tau^2$, d. h., das Produkt zweier Massen ist gleich einer bestimmten Energie, vielmehr einem bestimmten Potential.

Über die vollständige analytische Lösung des Problems der drei Körper.

I

Über relative Bewegung und astronomische Rechnungsgrößen.

Alle astronomischen Messungen finden von der selbst in Bewegung befindlichen Erde aus statt. Sie beziehen sich auf das sogenannte Äquator-Koordinatensystem. Aus der Bewegung der Erde um die Sonne ergeben sich hinsichtlich jener der Planeten und Monde Erscheinungen parallaktischer Natur, welche die alten Astronomen, für welche die Erde stille stand und das

fixe Drehzentrum des ganzen Sonnensystems bildete, nur dadurch erklären konnten, indem sie zu der höchst geistreichen, jedoch metaphysischen und darum ganz unbegründeten Epizykeltheorie Zuflucht nahmen. Diese Theorie blieb von Ptolomäos bis auf Kepler die herrschende, und in dem Streben nach astronomischer Genauigkeit wurde sie immer verwickelter. Die Kopernikanische These über die Bewegung der Erde um die Sonne ließ zwar bereits die Ursache der einen Ungleichheit in der Planetenbewegung (Stillstand und retrograde Bewegung der einzelnen Planeten) erkennen, allein sie reichte nicht aus, die Epizykeltheorie vollständig zu verdrängen. Das blieb Keplers Lehre über die elliptische, daher exzentrische und ungleichförmige Bewegung vorbehalten. Es wird sich aber sofort ergeben, daß die *Keplersche Bewegungstheorie* betreffs der Erde und ihres Satelliten und so auch betreffs aller sekundären Systeme nicht vollkommen genau ist, weil in allen diesen Systemen, wie schon früher angedeutet, eine Drehbewegung um ein ideelles und selbst auch bewegliches Zentrum besteht, die man, ohne einen merklichen Fehler zu begehen, mit Hilfe bestimmter Epizykel darstellen, berechnen, aber auch begründen kann.

Ohne mit dem auch in der analytischen Mechanik bekannten Begriff „relative Bewegung" zu kollidieren, sei bemerkt, daß sich alle *geozentrischen Angaben* und Daten über die Bewegung der Planeten nnd Monde auf die *astronomische relative Bewegung* beziehen und daß diese Daten und Angaben mittels Transformationsformeln aus dem *Äquator-Koordinatensystem* der Erde auf das *heliozentrische*, d. i. auf das *Ekliptik-Koordinatensystem* umgerechnet werden. Es ist klar, daß diese letzteren Angaben oder Daten nicht genau stimmen können, wenn sich die Erde in der Ekliptik (Bahnellipse) nicht dort befindet, wo man sich dieselbe hindenkt und wenn somit schon auch die geozentrischen Angaben oder Messungen nicht fehlerfrei sind. Die bezüglichen Differenzen zwischen dem geozentrischen und heliozentrischen Ort müssen um so größer auffallen, je kleiner die Entfernung des Gestirnes von der Erde ist, wobei man nicht vergessen darf, daß zunächst auch die Entfernung der Erde von der Sonne während eines Umlaufes innerhalb Grenzen variiert. Der Mond ist nun der Erde sehr nahe und die Astronomen haben von jeher den für die Erde und den Mond berechneten Ort mit Rücksicht auf ihre tatsächlichen Positionen zur Sonne verglichen. Sie fanden hiebei stets, daß diese nach den Keplerschen oder auch nach älteren Theorien berechneten Positionen mit der Wirklichkeit nicht übereinstimmen, und zwar so wenig, daß sie die Bewegung des Mondes mit Recht als eine höchst launenhafte bezeichnen konnten. Den Folgen dieser Launen wurde durch rein praktische, auf lange und genaue Beobachtungen gestützte Korrekturen abzuhelfen gesucht. Allein vergebens, und die Klagen über die Ungenauigkeit der Mondtafeln wollen

nicht verstummen. Hansen, ein deutscher Astronom, hat sich durch 20 Jahre mit der Mondbewegung befaßt und seine Mondtafeln haben sich auch als nicht ewig stimmend erwiesen. Dieserwegen darf man aber, auch schon mit Rücksicht auf gewisse Schwankungen in den Bahnelementen, der Astronomie keinen Vorwurf machen. Doch ist für die berührten Erscheinungen und Beobachtungen nicht allein der Mond der Störenfried, sondern auch die Erde selbst und indem man letzteren Umstand übersah, liegt es förmlich auf der Hand, warum selbst die sorgfältigst bearbeiteten Mondtafeln nicht vollkommen genau sein können und ihre Differenzen von Jahr zu Jahr bald zu bald abnehmen müssen.

Es tritt nun nach allem die Frage heran, wie soll und kann man die wahre Bewegung der Erde und des Mondes feststellen und auch beweisen. Hiezu ist es gut, sich zu erinnern, was schon früher über die Nutation, über das Schwanken der Erdachse und über die rein metaphysische Erklärung dieser Erscheinung gesagt wurde, nämlich: die Erdachse schwankt nicht, aber sie dreht sich scheinbar um einen Punkt außerhalb derselben, u. zw. im allgemeinen zunächst um die Sonne, um den Ursprung des Polar-Koordinatensystems der Bahnellipse der Erde.

Diese Drehung der Erdachse beträgt, jährlich und rund genommen, $\sigma = 50''$. Um diesen Winkel bleibt auch der aufsteigende Knoten der Sonne (Frühjahräquinoktium) zurück oder, was infolge der relativen Bewegungen dasselbe ist, die Sonne schreitet scheinbar jährlich um den Winkel σ in der Ekliptik fort, und ihre Länge nimmt, vom fixen Widderpunkt an gezählt, jährlich um σ zu. Diese Erscheinung wird daher auch die Präzession das Fortschreiten der Nachtgleichen genannt, obwohl diese eigentlich zurückweichen, sich im entgegengesetzten Sinne der Drehung der Erde um die Sonne bewegen. Das wesentliche Merkmal für die eben berührte und bereits den ältesten Astronomen Griechenlands bekannte Erscheinung liegt aber darin, daß sich die Erdachse für den Beobachter auf der nördlichen Halbkugel, wenn er gegen den Himmel aufblickt, im Sinne des Zeigers einer Uhr dreht, oder auch im entgegengesetzten Sinne der jährlichen Bewegung der Erde um die Sonne, also von Ost nach West, und daß infolge dieser Bewegung der Erdachse im Laufe der Zeit alle jene Sterne, welche um $23^1/_2{}^0$ (Neigung der Äquator- gegen die Ekliptikebene) vom Ekliptikpol abstehen, sukzessive die Rolle des Polarsternes übernehmen. Das ist eine konstatierte Tatsache. Weniger sicher ist man aber in der Erklärung derselben, weil es sich zwar um Bewegungen in bezug auf den fixen Widderpunkt, nichtsdestoweniger aber doch um relative Bewegungen handelt, auf welche wir bei anderer Gelegenheit näher eingehen wollen. Würde sich auch das Perihelium der Erde jährlich um σ bewegen, dann läge etwa in dieser

Bewegung die Ursache der Präzession. Die Bewegung des Periheliums ist aber gleich Θ, gleich dem Exzentrizitätswinkel der Erdbahn. Es ergibt sich sonach die Differenz

$$\Theta - \sigma = \mu.$$

Vergegenwärtigt man sich die Lage der Erdachse im Raume und zur Ekliptikebene, denkt man an die Oszillationen der Erde in jeweilig normaler Richtung zu ihrer Bahn infolge des variierenden Ätherdruckes und will man etwa schon auf Grund der bislang durchgeführten Gradmessungen vermuten, daß der Massenmittel- eigentlich Schwerpunkt der Erde nicht mit dem Mittelpunkt des Geoides übereinfällt, wie man dies ja nach Hansen auch hinsichtlich des Mondes annimmt, so ergäbe sich sofort eine physische Ursache sowohl für die Drehung der Erdachse als auch für den Umstand, daß der Mond der Erde stets dieselbe Scheibe zeigt.

Allein die Dinge sind etwas verwickelter, namentlich in Anbetracht der schon von Galilei aufgestellten These, daß die Achse eines rotierenden Körpers, vielmehr die freie Achse einer Kugel im Raume stets eine parallele Lage behält, auch wenn sie gleichzeitig eine fortschreitende Bewegung besitzt. Das Problem der Präzession soll bei anderer Gelegenheit noch recht eingehend behandelt werden, hier kommt es nur darauf an, dessen Zusammenhang mit der Nutationsbewegung der Erde und des Mondes anzudeuten und zu weit gehende, aber doch leicht zu erratende Konklusionen zu vermeiden.

Wir werden noch zu der höchst interessanten Gleichung

$m R \mu = M . r \sigma$ gelangen, welche zwei gleichförmige Kreisbewegungen mit vertauschtem Vektor darstellt, ein Zeichen dafür, daß es sich tatsächlich um relative Bewegungen handelt. Nach dieser Gleichung könnte man wieder sagen, die Präzession um σ ist eine Folge der inneren Bewegung im System des Doppelgestirnes Erde-Mond, verursacht durch die gegenseitigen Drucke ihrer Hüllen. Der Winkel σ läßt sich aber auch direkte aus der Keplerschen Bewegung der Erde errechnen, wodurch die Präzession wieder anders erklärt und definiert werden kann. Darüber muß jedoch hinweggegangen werden, um den Zweck dieser Abhandlung besser im Auge behalten zu können.

Die Pendulationen der Drehachse eines rotierenden Körpers sind aus den Experimenten mit dem Kreisel sattsam bekannt. Sie sind auch die Ursache, daß man sowohl die Präzession als auch die Nutation als eine Kreiselbewegung auffaßte, wobei, wie auch nach Klinkerfues, die Nutation als eine Kreiselbewegung $18^2/_3$jähriger Periode sich innerhalb der Kreiselbewegung der Präzession von rund 26.000jähriger Dauer vollzieht. Man kann dagegen allerdings nichts einwenden, jedoch auch nicht hinsichtlich einer

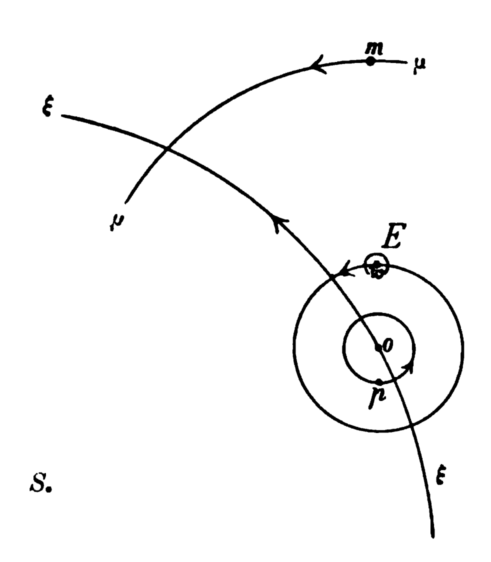
Wirbelbewegung, die einerseits zwischen der Sonne und der Erde und anderseits zwischen der Erde und dem Monde ihre Einflüsse geltend macht.

Die Mathematiker haben auch die Theorie der Kreiselbewegung bearbeitet und sie weisen nach, daß infolge der Drehung der Kreiselachse nach der Mantelfläche eines Kegels ein Äquatorpunkt des Kreisels die Erscheinung der Nutation wiedergibt. Ohne die Richtigkeit dieser Theorie auch nur im mindesten bestreiten zu wollen, sei hier nur hervorgehoben, daß sich das Kreisel auf eine feste Ebene stützt, die es im Kosmos nicht gibt, und daß sich der Leser bald überzeugen wird, daß die Kreiselbewegungen der Präzession und Nutation doch anderer Natur sind. Und hinsichtlich der ersteren muß auch noch besonders betont werden, daß es, da alle Parallaxen im Sonnensystem rücksichtlich des Widderpunktes als Ausgangspunkt der Längenzählung verschwinden, der Astronomie bisher nicht möglich war, eine Bewegung der Sonne innerhalb ihres eigenen Systems festzustellen.

Die Drehung der Erdachse als eine Folge der Erdabplattung und der fiktiven Massenattraktion der Sonne und des Mondes auf das Erdsphäroid hinzustellen, besitzt nunmehr wohl keinen Sinn.

II.

Graphische Lösung des Problems der Nutation.



In der nebenstehenden Figur sei: S die Sonne; die Bildebene, die Ekliptikebene; E die Erde; ε ε deren Bahnellipse; m der Mond; μ μ dessen auf die Bildfläche projizierte Bahn; o jener Punkt, den der Erdmittelpunkt in der Ekliptik momentan einnehmen soll; w der wahre Ort des Erdmittelpunktes; p jener Punkt, von welchem die Größe des Vektors p m zu messen wäre; $X_e = o\,w$ und $X_m = o\,p$ seien endlich die Halbmesser der beiden kleinen Kreise, in welchen also der eine Endpunkt des jeweiligen Vektors S w beziehungsweise jenes p m liegt. Die Bewegung der Erde, des Mondes und der eben erwähnten Vektoren-Endpunkte sind

durch Pfeile angedeutet. Der Punkt w oder der Mittelpunkt der Erde selbst soll auf der Kreisperipherie täglich um den Winkel $\mathfrak{f}$ fortschreiten und der Mond in seiner Bahn um den Winkel $\mathfrak{d}$. Infolge dieser letzteren Bewegung muß, da m o und p Punkte des Vektors sind, auch p um den Winkel $\mathfrak{d}$ täglich fortschreiten.

Die Erdachse schwankt nicht. Um aber nicht einen neuen Terminus für eine alte Erscheinung einzuführen, soll die eben ganz kurz charakterisierte Bewegung der Erde und des Mondes die Nutationsbewegung derselben heißen, so daß der Terminus „physische Libration des Mondes", eigentlich auch überflüssig wäre.

Die Nutationsbewegung der Erde und des Mondes geht eigentlich in der Mondbahnebene und in den den mittleren Vektoren R und r entsprechenden Entfernungen vor sich. Da es sich um relative Bewegungen handelt, so ist es zulässig, von diesen Vektoren ganz abzusehen, beziehungsweise die Schwankungen derselben nur als Folge der Bewegung der Erde und des Mondes nach den in der Figur dargestellten Nutationskreisen anzusehen. Der in der Mondbahn-Ebene liegende Nutationsvektor X_e für die Erde wird somit von jenem X, als in der Ekliptikebene liegend, etwas abweichen.

Auch geben die beiden Nutationsbewegungen in der Tat elliptische Bahnen. Um aber die Rechnung nicht unnötigerweise durch den Gebrauch elliptischer Funktionen zu komplizieren, wurde eben bloß die Bewegung in Kreisen in Betracht gezogen.

Der Winkel $\mathfrak{d}$ entspricht der mittleren täglichen Bewegung des Perigäums, jener $\mathfrak{f}$ des Mondknotens, obwohl speziell diese letztere Bewegung eine mitunter recht unregelmäßige ist, was wohl mit astronomischen Beobachtungen begründet ist, jedoch erst seine Erklärung finden wird.

Für einen siderischen Umlauf des Mondes ist $t_s . \mathfrak{d} = \delta$ und $t_s . \mathfrak{f} = \varphi$ und $\delta > \varphi$; ferner für einen siderischen Umlauf der Erde um die Sonne $T_s . \mathfrak{d} = D$ und $T_s \mathfrak{f} = F$. Es ist ferner

$$\frac{360^0}{\sigma^0} = T_{pl} \text{ das sogenannte Platonische Jahr,}$$

$$\frac{360^0}{F^0} = \mathfrak{N}^{*)} \text{ die Nutationsperiode von rund } 18^2/_3 \text{ Jahren und}$$

$$\frac{360^0}{D^0} = \mathfrak{P} \text{ die Periode, in welcher das Perigäum einen vollen}$$

Umlauf beschreibt.

*) Man könnte demgemäß $\frac{360^0}{\theta} = e$ etwa auch das Oszillationsjahr nennen, in welchem die große Achse der Erdbahn-Ellipse eine volle Umdrehung um die Sonne beschreibt.

Der angeführte Ausdruck gibt gleichzeitig auch die bezügliche Amplitude und die vermeintlich geozentrischen Messungen beziehen sich zum größten Teil auf diese mittlere Amplitude.

In der Periode von

$$\frac{360^0}{\delta^0 - \varphi^0} = \frac{360}{D^0 - F^0}$$ siderischen Monaten wird der aufsteigende Knoten der Mondbahn je einmal in das Perigäum fallen.

Die eben angeführten Bewegungs-Perioden bestehen im Prinzip für alle Planeten und, wie aus den bezüglichen Messungen von H. Struve hervorgeht, auch hinsichtlich aller Monde der oberen Planeten und es wurde schon früher erwähnt, daß diese den Nutationsbewegungen der Erde und des Mondes analogen Vorgänge an die Stelle der sogenannten Planetenanziehung treten.

Von den astronomischen Rechnungsgrößen sind die Sonnen- und Mondparallaxe oder die mittteren Vektoren R und r, die Bahnexzentrizitäten Θ und τ, dann die siderischen Umlaufszeiten T_s und t_s die wichtigsten. Die letzteren gehören unbestreitbar zu den genauesten Messungsresultaten der Astronomie, weit weniger ist dies hinsichtlich der übrigen Bahnelemente der Fall, schon dieserwegen, weil dieselben, wie die Astronomie lehrt, eine jährliche Änderung erheischen, also zwischen Grenzen schwanken. Daß die mittleren Vektoren unveränderlich sein sollen, ist eine nicht streng zu rechtfertigende Behauptung. Denn wenn Θ und τ Schwankungen unterliegen, so gilt dies offenbar auch hinsichtlich der Vektoren, durch welche die Bahnexzentrizitäten als

$$\Theta = \frac{E}{R} \text{ und } \tau = \frac{e}{r} \text{ definiert sind.}$$

Die Sonnenparallaxe wurde mehrmals durch Messungen ermittelt und für dieselbe stets ein anderer Wert als zuverlässig hingestellt. Die Mondparallaxe wurde durch Lalande und Lacaille gemessen, ihr Wert aber auf Grund der Arbeiten von Hansen abgeändert. Die Bahnexzentrizitäten werden im allgemeinen aus der sogenannten größten Gleichung am genauesten bestimmt, und wenn die wahre Bewegung eines Gestirns nicht genau bekannt ist (d. h. die in jedem sekundären System bestehende Bewegung nicht beachtet wird), so können auch die Bahnexzentrizitäten nicht vollkommen genau sein, obschon solche Ungenauigkeiten bei den entfernteren oberen Planeten vielleicht verschwindend klein sein dürften. Aber die Exzentrizität aller Planetenbahnen wird tatsächlich alljährlich einer kleinen Korrektur unterzogen.

Um von den gedachten Ungenauigkeiten unabhängig zu sein, wurden für die Erde und für den Mond R, r, Θ und τ rein theoretisch bestimmt. Das bezügliche Verfahren wurde bereits publiziert; die hienach gefundenen Größen folgen weiter unten.

Außer den bisher erwähnten Bahnelementen sind für die vollständige analytische Lösung des Problems der drei Körper noch

gewisse Größen erforderlich, welche sich auf die Ungleichheiten in der Mondbewegung und die bezüglichen praktischen Korrekturen, dann auf die Nutations-Ellipse der Erdachse beziehen. Letztere werden noch angeführt werden und für die ersteren bestehen folgende von den Astronomen aufgestellte Formeln:

a) für die Evektion:

$1^0 20' 30'' \sin [2 (l - l_1) - \alpha]$

b) für die Variation:

$35' 42'' \sin 2 (l - l_1)$

c) für die jährliche Gleichung:

$- 11' 12'' \sin \Omega T$

d) für die parallaktische Gleichung:

$- 122{\cdot}1'' \sin (l - l_1)$.

In diesen Gleichungen bedeutet l die mittlere Länge des Mondes, l_1 jene der Sonne und α die mittlere Anomalie des Mondes.

Der Sinn und die Größe aller dieser Korrekturen, die durchwegs Sinusfunktionen darstellen, gerade so wie die größte Gleichung $2\,\Theta \sin \Omega T$, wenn man sie auf die mittlere tägliche Bewegung Ω der Erde um die Sonne bezieht, ergibt sich, indem man die Differenz $l - l_1$ der Reihe nach die Werte 0^0, 45^0, 90^0, 135^0 u. s. f. bis 360^0 annehmen läßt.

In diesen Gleichungen wird in der Folge $1^0 20' 30'' = \Gamma$, $35' 42'' = \gamma$, $11' 12'' = \xi$ und $122{\cdot}1'' = \varpi$ gesetzt und diese Größen werden im allgemeinen die Konstante der Evektion, der Variation, der jährlichen, bezw. der parallaktischen Gleichung benannt werden.

Die Periode $\mathfrak{E}$, jene der Evektion, wird mit $\mathfrak{E} = 31{\cdot}8$ mittl. Tagen, jene der Variation mit $\mathfrak{V} = 14{\cdot}8$ mittl. Tagen angegeben.

Der Leser wird bald die Überzeugung gewinnen, daß man zur Aufstellung gewisser Relationen nie gelangen könnte, würde man hiezu nicht den Anfang machen, indem man zunächst einige Größen kombiniert, zwischen welchen ein analytischer Zusammenhang bestehen muß. Das ist etwas mühevoll und sieht zudem nicht besonders wissenschaftlich aus. Ein solcher Vorgang ist aber recht dankbar und in gar mancher Beziehung der einzige, um überhaupt zu einer Theorie gelangen zu können. (Gesetze Keplers und Galileis).

Da gleichen Logarithmen gleiche Zahlen entsprechen, der Kalkül mit Logarithmen unvermeidlich ist, so wurden bei den Untersuchungen die den Logarithmen entsprechenden Zahlen gar nicht aufgesucht, bevor nicht ein wichtiges Resultat vorlag. Um ferner die Bezeichnung „log" nicht fortgesetzt gebrauchen zu müssen, wird hier zu einem Modus gegriffen, mit dem sich der Leser rasch befreunden dürfte. Statt log wird eine Klammer { oder

auch jene ( ) gebraucht, welche anzeigt daß die angeführte Zahl einen Logarithmus bedeutet.

Ist, korrekt geschrieben,

$$\log \frac{\Gamma}{\gamma} = 0\cdot3448601 = \log 2\cdot2126, \text{ so wird hier stets}$$

$$\frac{\Gamma}{\gamma} = \{\, 0\cdot3448601 \quad \text{oder}$$

$$\frac{\Gamma}{\gamma} = 2\cdot2126 \; (0\cdot3448601) \quad \text{geschrieben werden.}$$

Es wurde stets mit 7stelligen Logarithmen gerechnet. Daß alle Gleichungen dem numerischen Werte ihrer beiden Teile nach vollkommen genau stimmen werden, wird wohl niemand erwarten, der nur einigermaßen mit astronomischen Rechnungen und auch mit den Differenzen in errechneten astronomischen Angaben vertraut ist.

Wir geben nun eine Übersicht der hier in Rechnung gestellten astronomischen Daten und zum Teil selbstberechneter Größen.

Es ist:

R die große Achse der Erdbahn	146,952981·34 *km*	(8·1671784)
r „ „ „ „ Mondbahn	384814·2618 „	(5·5852511)
E lineare Exzentrizität der Erdbahn	2,501844·058 „	(6·3982602)
e „ „ „ Mondbahn	21·145·6339 „	(4·3252207)
$\Theta = \frac{E}{R}$ num. „ „ Erdbahn	0·0170248	(0·2310818—2)
$\varepsilon = \frac{e}{r}$ „ „ „ Mondbahn	0·0549502	(0·7399696—2)
T_s die sid. Umlaufszeit d. Erde in mittl. Tagen	365·25636ᵗ	(2·5625977)
t_s „ „ „ „ Mondes „ „	27·3216609ᵗ	(1·4365071)
T_a „ anomalist. „ „ Erde „ „	365·25961ᵗ	(2·5626016)
t_a „ „ „ „ Mondes „ „	27·55460ᵗ	(1·4401941)
t_1 „ synod. „ „ „ „ „	29·53039ᵗ	(1·4702691)
$\frac{T_s}{t_s} = n$ (Tourenzahl)	13·368741	(1·1260906)
$\frac{R}{r} =$	381·88026	(2.5819273)
$\frac{360^0}{T_s} = \Omega$ mittl. tägl. Winkelbewegung der Erde,	0·98561°	(0·9937048)
$\frac{360^0}{t_s} = \omega$ bezw. des Mondes.	13.176357°	(1·1197954)

$$\frac{R\,\Omega^2}{r\,\omega^2} = 2\cdot13671 \; (0\cdot3297461) \qquad \frac{R\,\eta^2}{r\,\mu^2}$$

$\Gamma = 1^{0}20'30'' = 1{\cdot}341667^{0}$ (0·1276446) als Evektionskonstante
$\gamma = 35'42'' = 0{\cdot}59500^{0}$ (0·7745170—1) „ Variationskonstante
T_p die sid. Umlaufszeit des Perigäums 3232·56ᵗ (3·5095466) } nach
T_k „ „ „ „ Mondknotens 6793·42ᵗ (3·8320885) } Möbius
$\mathfrak{d}$ die tägliche Bewegung des Perigäums
δ jene im sid. Monat — D im sid. Jahre
$\mathfrak{f}$ die tägliche Bewegung des Mondknotens
φ jene im sid. Monat — F im sid. Jahre
o sei gleich $\frac{\Theta}{T_s} = 0{\cdot}00004661501$ (0·6684841—5)
$\mathfrak{E}$ bedeute die Periode der Evektion in mittl. Tagen 31·8ᵗ
$\mathfrak{V}$ „ „ „ „ Variation „ „ „ 14·8ᵗ
$\sigma = 50{\cdot}2453''$ (1.7010945) jährliche Präzession der Nachtgleichen*)
$\Theta'' - \sigma'' = \mu'' = 11{\cdot}0440''$ (1·0431264) in Bogensekunden
i_e Schiefe der Ekliptik 84.428″ (4·9264845)**)
i_m Neigung der Mondbahn gegen die Ekliptik 18·523″ (4·2677113)***)
τ_i sekundl. Winkelgeschwindigkeit der Erde } in der Bahn
μ „ „ „ Mondes }

Von diesen Rechnungsgrößen ist

$$1)\quad \Gamma = \frac{r\,\omega}{e\,n^2} = \left(\frac{t_s}{T_s}\right)^2 \frac{\omega}{\tau} = \Big\{\ 0{\cdot}1276446,$$ d. i. wie oben

angegeben; ferner

$$2)\quad \frac{\Gamma}{\gamma} = \frac{t_i\,\mathfrak{d}}{t_s\,\mathfrak{f}}$$ und sonach

$$3)\quad \gamma = \frac{\sqrt{e^3}}{r\,\omega} = \Big\{\ 0{\cdot}7827845 - 1,$$ welcher Wert von dem

oben angeführten, in der Astronomie benützten etwas abweicht, hier aber als der eigentliche Wert für γ betrachtet wird, nachdem ja schon aus der verschiedenen Lage der astronomischen Observatorien kleine parallaktische Differenzen entspringen müssen.

Ebenso findet man

$$4)\quad \sqrt[3]{\frac{\Omega^2\,\mathfrak{d}^2}{\omega^2\,o^2}} = \mathfrak{E} = 31{\cdot}7287^{t}\ (1{\cdot}5014541) = \left[\frac{n^4}{10^3}\right]$$

*) Nach der Pariser Konferenz.
**) „ Berliner astr. Jahrbuch.
***) „ Möbius.

Man hat in der Folge zwischen μ gleich der täglichen Winkelbewegung des Mondes und zwischen $\mu'' = \Theta'' - \sigma''$ zu unterscheiden.

$$5)\ \tau \frac{e}{E} n^4 = \mathfrak{B} = 14{\cdot}83517_t\ (1{\cdot}1712925)$$

$$6)\ \frac{\mathfrak{E}}{\mathfrak{B}} = \frac{R\,\Omega^2{}^{*)}}{r\,\omega^2} = \frac{R\,\eta^2}{r\,\mu^2}\ (0{\cdot}3297461)$$

Diese Relationen zeigen bereits, daß die oben angeführten Rechnungsgrößen, auch wenn sie noch nicht die denkbar zuverlässigsten sein sollten, hievon doch nicht mehr weit abliegen können. Die Gleichung 4) stellt endlich eine spezifisch Keplersche Gesetzmäßigkeit dar.

III.

Analytische Lösung des Problems.

Diese gipfelt in der Bestimmung der Nutationsradien X_e und X_m und es muß offenbar

$$7)\ \frac{X_e}{X_m} = \frac{\Gamma}{\gamma} \text{ sein.}$$

Nach den Messungen Bradleys hat man für die beiden Halbachsen der Nutationsellipse der Erde

$$a = 9{\cdot}22''\ (0{\cdot}9647309) \text{ und } b = 6{\cdot}86''\ (0{\cdot}8379670).$$

Mit Rücksicht auf eine in Betracht zu ziehende mittlere, kreisförmige Bewegung ist selbstverständlich nur die große Halbachse a von Belang.

Aus der Proportion:

$$8) \begin{cases} i_e : a = R : X_e \text{ folgt} \\ X_e = R\,\frac{a}{i_e} = \left\{4{\cdot}2054228\right\} = 16048\ km. \end{cases}$$

Man könnte wohl auch mit diesem Wert für X_e rechnen, hiemit ginge aber der weitere Zusammenhang verloren.

Infolge der schon betonten Kontinuität des dritten Gesetzes Keplers ist dieses ein Kontraktionsgesetz für alle kosmischen Massen und demgemäß muß auch

$$9)\ X_e = \frac{r}{\sqrt[3]{\frac{\omega^2}{\delta^2}}} = 15.967{\cdot}05\ km\ (4{\cdot}2032248) \text{ sein.}$$

*) Es ist nicht ohne Interesse, darauf aufmerksam zu machen, daß nahezu auch die Relation

$$\mathfrak{E} - \mathfrak{B} = \sqrt{k} = \sqrt{\frac{r^3\,\mu^2}{d^3\,\lambda^2}} \text{ besteht.}$$

Die Differenz nach 8) und 9) ist fast verschwindend klein, der letztere Wert der analytisch korrektere. Mit demselben erhält man aus

$$10)\quad \begin{cases} \dfrac{X_e}{X_m} = \dfrac{\Gamma}{\gamma} = \{0\cdot3448601, \\ X_m = \{3\cdot8583647\} = 7217\cdot13\ km. \end{cases}$$

Durch die Pariser Konferenz wurde die Nutationskonstante mit

$n = 9\cdot21''$, also wenig abweichend von a festgesetzt.

Aus 8) erhält man

$$a = i_e \frac{X_e}{R} = 9\cdot137''\ (0\cdot9625329).$$

Geht man über geringe Differenzen hinweg, so muß im allgemeinen

$$11)\quad a = n = i_e \frac{r}{R} \sqrt[3]{\frac{\mathfrak{d}^2}{\omega^2}}$$ sein, womit eine weitere Keplersche Gesetzmäßigkeit ausgedrückt wäre, dieselbe muß aber in der Tat und mit den angegebenen Rechnungsgrößen genau zutreffen.

Die Nutationsbewegung beider Gestirne geht, wie schon erwähnt, in der Mondbahnebene vor sich. Betrachtet man daher X_e als den in dieser Ebene liegenden Radius, so wird dessen Projektion X auf die Ekliptikebene

$$12)\quad X = \frac{X_e}{\cos i_m}$$ betragen und daraus findet man

$X = 16.030\ km\ (4\cdot2049503)$ oder fast genau dasselbe Resultat wie nach 8). Das heißt aber soviel wie

$a = n$, sobald man zwischen den beiden Schwingungsebenen unterscheidet.

Mit den Nutationsradien X, X_e, X_m sind nun jene Daten gewonnen, mittels welcher alle in der kombinierten Mond-Erdbewegung auftretenden parallaktischen Erscheinungen und Vorgänge hinreichend genau berechnet werden können.

Führt man in 9) an Stelle der Winkel die korrespondierenden Umlaufszeiten ein, so ist ganz im Sinne des dritten Gesetzes Keplers:

$$13)\quad \begin{cases} X_e^3 : r^3 = \mathfrak{d}^2 : \omega^2 = t_s^2 : T_p^2 \text{ und weiters} \\ \dfrac{X_e\, \mathfrak{d}^2}{X_m\, \mathfrak{f}^2} = 9\cdot7711\ (0.9899439) \text{ oder so gut wie gleich der} \end{cases}$$

Fallbeschleunigung auf dem Erdäquator ($0\cdot781^m$, Wr. astronom. Kalender).

Es besteht somit alle Berechtigung,

$$14) \left\{ \begin{array}{l} \frac{X_e \mathfrak{d}^2}{X_m \mathfrak{f}^2} = \frac{\Gamma \mathfrak{d}^2}{\gamma \mathfrak{f}^2} = g \text{ zu setzen, womit man} \\ X_e T_k^2 : X_m T_p^2 = g : 1 \text{ erhält.} \end{array} \right.$$

Die Gleichungen 8), 9) und 12 weisen darauf hin, daß sich die Erde auf dem Kreise vom Radius X_e bewegt, — nutiert — und daß somit X_m den Nutationsradius des Mondes vorstellt. Ein sogenanntes aprioristisches Urteil würde in dieser Beziehung und mit Rücksicht auf die Massenverhältnisse gewiß zu einer entgegengesetzten Entscheidung führen.

In 13) und 14) sind die Winkel $\mathfrak{d}$ und $\mathfrak{f}$ vertauscht, d. h. die Erde bewegt sich auf ihrem Nutationskreise täglich um den Winkel $\mathfrak{f}$, weshalb der Mondknoten um diesen Winkel, aber nur einem Mittelwert nach, zurückbleibt u. zw. in Bezug auf das gemeinschaftliche, ideelle und etwas veränderliche Drehzentrum. Der Mond bewegt sich täglich um das gedachte Drehzentrum und in seinem Nutationskreis um den Winkel $\mathfrak{d}$. Infolge der Nutation in kleinen Ellipsen sind aber die erwähnten Bewegungen ungleichförmige und $\mathfrak{d}$ und $\mathfrak{f}$ also bloß Mittelwerte.

Da, wie die Erfahrung und die terrestrische Mechanik lehrt unter gleichen Verhältnissen durch eine und dieselbe Kraft eine größere Masse in ihrer Bewegung weniger beschleunigt wird als eine kleinere, so sei für das Massenverhältnis der Erde und des Mondes wie zuvor

$$15) \frac{M}{m} = \frac{r\,\delta^2}{R\,\Theta^2} = 83{\cdot}644 \;(1{\cdot}9224351) \text{ angesetzt.}$$

$$\text{Wegen } \frac{\delta}{\Theta} = \left(\frac{T_s}{t_s}\right)^2 = \left(\frac{\omega}{\Omega}\right)^2 = n^2 \text{ hat man auch}$$

$$16) \frac{M}{m} = \frac{r\,\delta^2}{R\,\Theta^2} = \frac{r\,\omega^2}{R\,\Omega^2}\,n^2 \quad \text{und ferner } M R \Theta^2 = m r \delta^2.$$

Das Massenverhältnis ist also gleich dem Quadrate der Umlaufszeiten dividiert durch die mittleren Zentripetalbeschleunigungen der Masseneinheit und das Produkt der Masse und der ihrer Bahndrehung entsprechenden Zentripetalbeschleunigung ist für die Erde wie für den Mond gleich groß.

In den Relationen 16) kommt also das Prinzip der relativen Massenzentripetalbeschleunigungen und des Gleichgewichtes in der relativen Bewegung eines Doppelgestirnes zum Ausdruck.

Wir sprechen hier von relativen Bewegungen, weil es sich nach den beiden Gleichungen 16) nicht um auf die Zeiteinheit bezogene mittlere Beschleunigungen handelt, sondern um jene, welche eine

bei jedem Umlauf verschiedene Lage der Gestirne hinsichtlich des fixen Widderpunktes ♈ bedingen. Die gedachten Beschleunigungen rühren also von der Größe der bewegten Massen, jedoch nicht von deren Attraktionskräften her, sondern im Sinne der Schwere oder auch eines Druckes, den die bewegten Massen nach dem Archimedischen Prinzip in einem Mittel mit bestimmter Bewegungsenergie (des im Raum undulierenden Sonnenäthers) geltend machen, verursachen.

Das Prinzip der allgemeinen Gravitation mit dem metaphysischen Gleichgewichte der Fliehkräfte der Massen tritt hiemit wohl vor Augen, aber in einem wesentlich anderen Sinne, u. zw. in solchem Maße, daß es angezeigt ist, an dieses Prinzip gar nicht mehr zu denken, denn der Begriff einer „Beschleunigung in der Zeiteinheit für die Masseneinheit“ ist in 16) eliminiert oder doch in ganz anderer Weise enthalten, was durch die Gleichung

$$\frac{m\,r\,\mathfrak{d}_{\prime\prime}^2}{M\,R\,o_{\prime\prime}^2} = n^2$$ klar wird (siehe Schluß).

In der Form:

$$17)\quad \frac{M\,R\,\Omega^2}{m\,r\,\omega^2} = \frac{M\,R\,\eta^2}{m\,r\,\mu^2} = n^2$$

stellt die erste der beiden Gleichungen 16) das Prinzip dar, welches auch die analytische Mechanik und die theoretische Physik für die Vergleichung von Schwung- oder Fliehkräften abzuleiten gestatten. Denn wenn sich die Masse m im Kreise vom Halbmesser r mit der Winkelgeschwindigkeit μ bewegt, so wird die hiebei resultierende Zentripetalkraft N durch

$N = m\,r\,\mu^2$ ausgedrückt. Steigert man unter genau denselben Verhältnissen bloß die Winkelgeschwindigkeit auf μ_1, so muß

$N_1 = m\,r\,\mu_1^2$ sein, somit

$\frac{N_1}{N} = \frac{\mu_1^2}{\mu^2}$. Die Quadrate der Winkelgeschwindigkeiten verhalten sich aber umgekehrt wie die Quadrate der Zeit für eine Umdrehung oder wie die Quadrate der Tourenzahl, wenn

$\frac{\mu_1}{\mu} = n$ geschrieben wird.

Diese einfache, mit den Lehren der theoretischen Physik vollkommen übereinstimmende Relation 17) ist ein schlagender Beweis dafür, wie das Prinzip der allgemeinen Gravitation in seiner gegenwärtigen Fassung und Auffassung alle Theorie nur trübt. Diese Relation spricht deutlicher als

irgend eine lange Abhandlung über Schwere und Massenattraktion, will man aber an dem einmal so berühmten Prinzip unter Abweisung der metaphysischen Massenattraktion festhalten, so ist die Relation 17) als die analytische Lösung des Prinzips zu betrachten, welche Lösung aber bisher nur durch das Prinzip selbst verhindert wurde. Denn die Massen M und m hängen nicht unmittelbar von der Schwere g, und umgekehrt diese letztere von jenen ab, sondern von den Beschleunigungen $R\,\Theta^2$ und $r\,\delta^2$.

Geht man über geringe Differenzen hinweg, so ist wegen

$$18)\left\{\begin{array}{l} \dfrac{M\,R\,\mathfrak{f}^2}{m\,r\,\mathfrak{d}^2} = \left(\dfrac{\varphi}{\Theta}\right)^2 = 7232{\cdot}3 \ (3{\cdot}8592786) \quad \text{und} \\ \dfrac{M\,R\,\mathfrak{f}^2}{m\,r\,\mathfrak{d}^2} = \left(\dfrac{\varphi}{\Theta}\right)^2 = X_m; \ \text{infolge 13) endlich} \\ \dfrac{M\,g\,.\,R\,\mathfrak{f}^2}{m\,r\,\mathfrak{d}^2} = X_e\,\dfrac{\mathfrak{d}^2}{\mathfrak{f}^2}. \end{array}\right.$$

In diesen Gleichungen erscheinen bereits die Massen, diese beziehen sich aber wieder nur auf die relativen Bewegungen (auch innere Bewegungen) des Systems Erde-Mond, da dessen Bewegung um die Sonne eine gemeinschaftliche ist. Auch das Vorkommen von Θ ist von Interesse, denn die Oszillation, die durch Θ bedingt ist, ist auch eine gemeinsame Oszillation des Systems.

Für die Gravitas, für die Beschleunigung des freien Falles der Körper, erhält man nunmehr eine fast überraschend große Auswahl analytischer Ausdrücke:

$$19)\left\{\begin{array}{l} \dfrac{r\,\tau^2}{R\left(\frac{\Theta}{n}\right)^2} = g/_2 \ (0{\cdot}6880295) \ \text{oder} \ g = 9{\cdot}755 \ (0{\cdot}9890595) \\ 2\,.\,\dfrac{r^2\,\omega^2}{d^2\,\lambda^2} = 2\,.\,\dfrac{r^2}{d^2\,t_s^2} = g = 9{\cdot}755 \ (0{\cdot}9892328) \\ \dfrac{X_e\,\mathfrak{d}^2}{X_m\,\mathfrak{f}^2} = \dfrac{\Gamma\,\mathfrak{d}^2}{\gamma\,\mathfrak{f}^2} = g = 9{\cdot}771 \ (0{\cdot}9899439) \\ 2\left(\dfrac{X_e}{X_m}\right)^2 = 2\left(\dfrac{\Gamma}{\gamma}\right)^2 = g = 9{\cdot}789 \ (0{\cdot}9907502) \\ \left(\dfrac{R\,\Omega^2}{r\,\omega^2}\right)^3 = g = 9{\cdot}755 \ (0{\cdot}9892383) \\ 2\,.\,\dfrac{e^2\,R\,\omega^2}{E^2\,r\,\Omega^2} = g = 9{\cdot}751 \ (0{\cdot}9890596) \\ \dfrac{E^3}{r^3\,\delta^3} = \left(\dfrac{E\,\tau}{e\,\delta}\right)^3 = g \ 9{\cdot}755 \ (0{\cdot}9892383) \ \text{und noch mehrere} \end{array}\right.$$

andere, die alle der Schwere auf dem Äquator recht nahe kommen und näher als der nach Newtons Methode resultierende Wert.

Soweit nun in den sekundären Systemen, in jenen der oberen Planeten, gewisse Größen bekannt sind, kann man finden, daß in diesen Systemen hinsichtlich g nicht alle analogen Relationen bestehen und daß somit trotz des dritten Gesetzes Keplers, welches auch für diese Systeme gilt, in denselben doch eine gewisse innere Anordnung als spezielle Charakteristik angenommen werden muß. Diese letztere Charakteristik liegt aber in der bezüglichen Schwere (g), sofern sie nicht allein nach Newton, sondern auch in anderer Weise ausgedrückt werden kann.

IV.

Beweise für die Existenz der Nutationsbewegung.

Aus einer analytisch richtigen Lösung irgend eines Problems müssen sich auch alle jene Konklusionen und Prämissen ergeben, die mit den Detailerscheinungen im Zusammenhang stehen und dieselben sohin auch zu erklären vermögen.

Man findet nun

$$20)\quad \sqrt{\frac{R}{2\,g\,.\,r}} = \frac{\mathfrak{d}^2}{\mathfrak{f}^2} = \left(\frac{T_k}{T_p}\right)^2$$ und damit eine den Gesetzen des freien Falles oder, wie man bislang auch zu sagen pflegte, eine gravitationsgemäße Relation, die genau zutrifft, wenn

$\log g = 0{\cdot}9897297$ gesetzt wird.

Nach Möbius schwankt die Neigung der Mondbahn innerhalb eines halben synodischen Monates um den Winkel $i_s = 8'47{\cdot}8''$ (2·7224694).

Nun ist aber

$$21)\quad \begin{cases} \dfrac{r}{i_e} = \{0{\cdot}6587646, \quad \dfrac{i_e}{i_m} = \{0{\cdot}6587752 \text{ und} \\ \dfrac{\sigma}{\mu} = 0{\cdot}6579681; \quad \left(\dfrac{R\,\eta^2}{r\,\mu^2}\right)^2 = \{0{\cdot}6594922. \end{cases}$$

Setzt man die beiden ersten Werte einander gleich, so folgt daraus

$$22)\quad r\,i_m = i_e^2 \text{ oder } r : i_e = i_e : i_m,$$ d. h. die Schiefe der Ekliptik ist die mittlere geometrische Proportionale zwischen dem mittleren Vektor der Mondbahn und der Neigung derselben gegen die Ekliptikebene.

Der Kreisumfang wird in 1,296000″ geteilt und man findet

$$23)\ \frac{R}{X_e} = \frac{r\, i_e}{R\, i_m} . 1{,}296\cdot000. = b_1$$

Es ist aber

$\frac{R}{X_e} = \{3\cdot9639536$ und der rechte Teil der Gleichung 23) gibt

$b_1 = \{3\cdot9708726$. Solche Differenzen haben aber wenig Bedeutung, sofern die Bewegungen in verschiedenen Ebenen vor sich gehen und gewissen Schwankungen unterliegen, deren Mittelwerte nicht genau bekannt sind. Es wird sich übrigens auch noch der Einfluß der synodischen und anomalistischen Umlaufszeit des Mondes zu erkennen geben.

Aus den beiden letzten unter 21) angeführten Werten folgt wieder, obzwar etwas noch weniger genau,

$$24)\ \frac{\sigma}{\mu} = \frac{i_e}{i_m} = \frac{r}{i_e} \quad \text{und aus}$$

$$\frac{\sigma}{\mu} = \left(\frac{R\,\eta^2}{r\,\mu^2}\right)^2 = \left(\frac{\mathfrak{E}}{\mathfrak{B}}\right)^2, \quad \text{wegen}$$

$$\frac{M}{m} = \frac{r\,\mu^4}{R\,\eta^4} = \frac{r\,\delta^2}{R\,\Theta^2}, \quad \text{auch}$$

25) $m\,R\,\mu = M\,r\,\sigma$ womit der Zusammenhang zwischen der Präzession der Nachtgleichen und der Nutationsbewegung im groben analytisch dargelegt, und das ganze Problem auf die Grundgleichung für zwei gleichförmige Kreisbewegungen und das dynamische Gleichgewicht in denselben zurückgeführt wäre.

Die Gleichung 25) steht also mit der zuvor behandelten Nutationsbewegung der Erde und des Mondes in voller Harmonie.

Übrigens bestehen auch fast vollkommen genau die Relationen

$$26)\ \frac{d\lambda^2 . R\,\eta^2}{g^2} = \frac{R\,\eta^2}{r\,\mu^2}\,\frac{\tau^2}{\Theta^2} = \frac{X_e^2\,\sigma}{X_m^2\,\mu} = \frac{g}{2}\frac{\sigma}{\mu} \quad \text{und dabei ist die}$$

jährliche Drehung der Erde um σ bekanntlich bereits in der täglichen um λ enthalten, wenn

$$\lambda = \frac{360^0}{86400^s} \quad \text{gesetzt wird.}$$

Es sei betreffs einer etwa geforderten mathematischen Genauigkeit auch noch angeführt, daß der von der Pariser Konferenz festgesetzte, oben bereits angegebene Wert sich eigentlich auf das mittlere tropische Jahr beziehen

dürfte — also nicht auf das siderische Jahr — und daß nach manchen gewiß auch sehr schätzenswerten Quellen für σ dennoch ein etwas kleinerer Wert angegeben wird.

Stützt man sich auf das dritte Gesetz Keplers, so muß man eben mit den siderischen Umlaufszeiten rechnen. Hierüber sowie über das tropische Jahr und die anomalistischen Umlaufszeiten bei anderer Gelegenheit etwas mehr.

Die Rotationsachse des Mondes schließt (nach Hartwig) mit der Achse der Ekliptikebene stets den Winkel 1°36′39″ ein und die physische Libration des Mondes beträgt nach Möbius (in Länge und Breite) 1°37′.

Man findet nun

$$27)\quad \begin{cases} \delta - \varphi = 1^0 35' 41{\cdot}59'' \\ \varphi + i_s = 1^0 35' 41{\cdot}03'', \text{ demnach im Prinzip} \\ \delta - \varphi = \varphi + i_s \text{ oder } i_s = \delta - 2\,\varphi \quad \text{endlich} \end{cases}$$

$$28)\quad \begin{cases} \dfrac{\varphi}{\sigma} = \dfrac{\sigma}{T_s}\, t_s^2 \text{ oder } \varphi . T_s = \sigma^2\, t_s^2 \\ 2\, \dfrac{\sigma\, t_1}{\mu\, t_s} = \dfrac{X_e\, \delta^2}{X_m\, \varphi^2} = g. \end{cases}$$

Aus den Gleichungen 27) kann man unter Berücksichtigung der für ein bestimmtes astronomisches Observatorium bestehenden parallaktischen Gleichungen die physische Libration des Mondes genau berechnen.

Setzt man

$$\operatorname{tg} x = \frac{X_e}{R} = \operatorname{tg} 22{\cdot}4'' \quad \text{und}$$

$1^0 36' 39'' = i_s$, so ist nahezu sowohl

$i_s + x = i_s + 22{\cdot}4''$ als auch

$\delta - \varphi + x = \varphi + i_s + x = 1^0 37'$ gleich der sogenannten physischen Libration.

Von weiteren Details wird abgesehen.

Es ist nunmehr möglich, einige Betrachtungen nachzutragen.

Setzt man in

$$t_s = \frac{\lambda}{\omega} \quad \text{für } \lambda \text{ als Drehwinkel im siderischen Tage } \lambda = 360^0,$$

so besteht tatsächlich die mehrfach erwähnte Kontinuität des dritten Gesetzes Keplers für die Kontraktion der Erde in der Relation

$$29)\ \frac{\frac{X_e}{d}\sqrt[3]{\frac{\omega^2}{\delta^2}}}{\sqrt[3]{\frac{\lambda^2}{\omega^2}}} = \frac{X_e}{d}\sqrt[3]{\frac{\omega^4}{\delta^2\lambda^2}} = \sqrt[3]{\frac{r^3\omega^2}{d^3\lambda^2}} = \sqrt[3]{k.} = \frac{r}{d}\sqrt[3]{t_s^2}$$

Für die Konstante $\bar{\omega}$ der parallaktischen Gleichung erhält man

$$30)\ \bar{\omega} = n \cdot \frac{X_e\,\Theta \sin\mu}{X_m\,\tau \sin\eta} = 121{\cdot}43''\ (0{\cdot}5280362 - 2)$$ und für

jene ξ der jährlichen Gleichung

$$31)\ \xi = \frac{\tau^3\eta^2}{\Theta^3\mu^2} - \alpha_1 = 11'12{\cdot}7'',$$ wobei Θ und τ selbst als

Winkel und

$$\operatorname{tg}\alpha_1 = \operatorname{tg}.\frac{X_m^2}{X_e\,R}$$ zu setzen ist, welcher Winkel von jenem

$$\frac{\tau^3\eta^2}{\Theta^3\mu^2} = \frac{\tau^3}{\Theta^3 n^2}$$ abzuziehen ist.

Die geringen Differenzen gegenüber den früher angeführten von der Astronomie benützten Werten für $\bar{\omega}$ und ξ sind geradezu verschwindend, ja sie sind vielleicht sogar gerechtfertigt. Denn die bezüglichen Korrekturen beziehen sich auf die Ekliptik — noch dazu auf eine mittlere Ekliptikebene — die Nutationsbewegungen vollziehen sich aber, wie schon erwähnt, in der Mondbahnebene und die sogenannte Mittelpunktsgleichung oder auch die für die Berechnung der wahren Anomalie der Erde und des Mondes zu berücksichtigende größte Gleichung nehmen nach den hier benützten Größen einen etwas geänderten Wert an. Ein definitives Urteil kann nur durch Rechnung und deren Überprüfung durch die beobachtende Astronomie gefällt werden.

Der Kern der letzten Relationen liegt aber darin, daß alle Erscheinungen, welche das Problem der drei Körper in sich schließt, analytisch dargestellt sind.

Für geozentrische Beobachtungen in unseren Breitegraden dürfte nahezu $X_e + d_o = e$ sein, wenn d_o den Halbmesser des Breitenkreises (Parallelkreises) bezeichnet, auf welchem irgend ein astronomisches Observatorium liegt.

V.

Einige Folgerungen aus der bisher entwickelten Theorie an Hand der angeführten Rechnungsgrößen.

Wir haben bisher gezeigt, wie die Präzession, die Nutation und alle Ungleichheiten der Mondbewegung analytisch recht genau ausgedrückt und

begründet werden können, und wie sich die äußerst komplizierten fortschreitenden Bewegungen der Erde und des Mondes um die Sonne und des letzteren um die Erde mit deren eigener Achsendrehung kombinieren, welche doch die Basis für die Zeitrechnung bildet. Es sind also alle die verschiedenen Drehbewegungen der Erde in unserem Zeitmaß mitenthalten, ein Umstand, der sich auch durch eine einfache Gleichung darstellen läßt und worauf wir seinerzeit eingehen wollen. Wenn man nun die Winkel η, μ, δ, f u. s. f. nur als Mittelwerte einer komplizierten und ungleichförmigen Bewegung ansehen muß, so ist es klar, daß die aus einzelnen Gleichungen berechneten Resultate nicht vollkommen genau sein können in Anbetracht gewisser durch Messungen und Beobachtungen ermittelter Größen, und das umsoweniger, als die Erd- und Mondbewegung in verschiedenen Ebenen stattfinden. Hingegen müssen die hier entwickelten Theorien betreffs ihrer Genauigkeit doch unbezweifelt bleiben, weil es fast immer möglich ist, auftretende Differenzen durch gewisse spezielle Gleichungen, namentlich durch parallaktische Einflüsse vollkommen aufzuklären. Selbst die Gravitas g variiert innerhalb geringer Grenzen, wie die unter 19) angeführte Gruppe von Gleichungen zeigt.

Es ist nun möglich, einige recht interessante Betrachtungen anzustellen. Da g gewöhnlich in Meter ausgedrückt wird, so ist es angezeigt, auch alle Größen in Meter und Zeitsekunden auszudrücken. Nach unseren Daten erhält man für den Logarithmus derselben wie folgt:

Mittlerer Vektor der Erdbahn	$R = \{11{\cdot}1671784$
„ „ „ Mondbahn	$r = \{\ 8{\cdot}5852511$
Sid. Umlaufszeit der Erde in Sekunden	$T = \{\ 7{\cdot}4991114$
„ „ des Mondes in Sekunden	$t = \{\ 4{\cdot}3730208$
Sekundliche Winkelbewegung der Erde	$\eta = \{\ 0{\cdot}0571911-5$
„ „ des Mondes	$\mu = \{\ 0{\cdot}1832817-4$
Lineare Exzentrizität der Erdbahn	$E = \{\ 9{\cdot}3982602$
„ „ „ Mondbahn	$e = \{\ 7{\cdot}3252207$

Lichtgeschwindigkeit $V_x = 10^3 \dfrac{R\,n}{r\,\Theta} = \Big\{ 8{\cdot}4769361$

Lichtbeschleunigung $g_x = \dfrac{2\,V_x}{T^2} = \Big\{ 0{\cdot}7797433-7 \Big\} = \dfrac{e^3}{E^3}$

Atmosphärendruck pro Quadratmeter in *kg* $p = \{\ 4{\cdot}0141003$

Hinsichtlich aller übrigen Größen verweisen wir auf die früheren Angaben.

Aus der Gruppe der Gleichungen 19) für die Gravitas g greifen wir jene $\left(\dfrac{E\,\tau}{e\,\delta}\right)^3 = g$ heraus.

Man findet nun

$$\frac{R\eta^2}{g_x} = 10^6 \sqrt[3]{n^4} = 10^6 \sqrt[3]{\frac{T^4}{t^4}}$$

$$\frac{R\eta^2}{g_x p} = \frac{\delta^2}{\tau^2}; \frac{p}{R\eta^3 g} = \frac{\delta}{\tau}; \left(\frac{R\eta^2}{p}\right)^3 = \frac{g_x}{g^2}$$

und somit

32) $\left(\frac{e}{E}\right)^3 : g = g : \left(\frac{p}{R\eta^2}\right)^3$, wonach die Gravitas die mittleregeometrische Proportionale zwischen dem Verhältnis der dritten Potenzen der linearen Exzentrizitäten als Amplitüden und dem Verhältnis der dritten Potenzen zweier Drucke, dem Atmosphären- und dem kosmischen Zentripetaldruck ($R\eta^2$) ist. Durch Elimination von g in 32) erhält man

$\frac{p}{R\eta^2} = \frac{E^3 \tau^2}{e^3 \delta^2}$, also eine Keplersche Gesetzmäßigkeit.

Diese Synthesis ist gewiß von weitreichender Bedeutung. Sie gibt nicht nur neue Aufschlüsse über das Wesen der Gravitas, sondern offenbar auch solche über die Konstitution des Mondes und der Erde.

Zunächst sei noch bemerkt, daß

$\left(\frac{e}{E}\right)^3 = g_x$ die frühere Proportion in

33) $g_x : g = g : \left(\frac{p}{R\eta^2}\right)^3$ umgestaltet und daß somit weiters aus 32) gefolgert werden muß, die lineare Exzentrizität der Mondbahn (e) hängt nur von dem Einfluß der Druckverhältnisse ab, welche sich geltend machen, indem das Doppelgestirn Erde-Mond in seiner gemeinschaftlichen Bewegung um die Sonne sich von dieser um E entfernt und wieder um E nähert, also gemeinsam oszilliert, u. zw. in Bezug auf den jeweiligen Bahnpunkt der sogenannten „mittleren Ekliptik.“ Diese Oszillation und die hiedurch gleichzeitig bedingte Einwirkung der Erde auf den Mond und umgekehrt bringt es nun mit sich, daß die Nutationsbewegung rücksichtlich des Erdmittelpunktes und der vermeintlich geozentrischen Beobachtungen und Messungen so verläuft, als wenn der Beobachtungsort auf der Erdoberfläche, als eigentliches Geozentrum um den mittleren Ekliptikort einen Kreis vom Halbmesser e beschreiben würde. Die gedachten gegenseitigen Einwirkungen sind aber eigentlich auf den Einfluß

der Lichtbeschleunigung g_x (der Ätherdichte oder auch des Lichtdruckes) zu setzen, denn diese ist nur für den mittleren Vektor R gleich g_x, während

$$\left.\begin{array}{llll} \text{im Perihelium für} & R - E = R_p & \text{daher} & g_{x_p} > g_x \\ \text{„ Aphelium „} & R + E = R_a & \text{„} & g_{x_a} < g_x \end{array}\right\} \text{sein muß;}$$

beide Größen (g_{x_p} und g_{x_a}) sind sonach leicht zu ermitteln.

Die Metapher „voraussetzungslose Wissenschaft" ist eigentlich ganz inhaltsleer. Wer nicht zählen kann, kann nicht rechnen, und damit ist es ihm bereits völlig versagt, auch nur eine einziges Problem betreffs der realen oder physischen Welt zu lösen. So ähnlich liegen aber die Dinge auch auf anderen Gebieten. Es gibt eben viele Schlagworte und geflügelte Worte, die bei besserer Überlegung immer zu nichts zerfließen, die gewöhnlich nur einem Augenblick angepaßt und auf momentanen Effekt berechnet sind. Für die Wissenschaft enthalten Schlagworte, gleich den bloß sprachlichen Begriffsbezeichnungen, zu viel oder zu wenig, und eine voraussetzungslose Wissenschaft fordern gerne jene, die in ihrem eigenen Ideengang allenthalben auf Widersprüche und Hindernisse stoßen.

Wo nichts vorausgesetzt werden soll und darf, vielleicht auch nicht einmal eine Gesetzmäßigkeit im Weltganzen, da hört doch alles Wissen auf.

Columbus hat sein Unternehmen auf Voraussetzungen gegründet und auf diese hin auch durchgeführt; Galilei hat die Schwere durch Fallversuche ergründet, weil er Gesetzmäßigkeiten in der Wirkung dieser Kraft voraussetzte; Kopernikus studierte die Planetentafeln unter einer ganz bestimmten Voraussetzung und fand dieselbe bestätigt. Kepler ging hierin um ein gutes Stück noch weiter, indem er elliptische Bewegungen voraussetzte; in Newton hätte der Apfelbaum eine Voraussetzung geweckt; in Bradley, betreffs der Aberration des Lichtes der Fixsterne, der Wind und Regen, namentlich die Einfallsrichtung des letzteren während einer Schiffsfahrt und dann beim Betreten des Landes; in Watt etwa ein Teekessel; in Robert Mayer, dem Heilbronner Arzt und Begründer der mechanischen Wärmetheorie, die Beobachtungen auf einer langen Seereise und am Krankenbett ꝛc. ꝛc. Columbus hat selbst für die allgemeine Weltgeschichte Epoche gemacht, Watt für Industrie, Handel und Verkehr; Kopernikus für die Astronomie; Mayer für die Wissenschaft (mechanische Wärmetheorie), während Benjamin Franklin und viele andere die Wissenschaft der Menschheit dienstbar machten. Ohne Voraussetzung hätte sich wohl keiner der Genannten in eine waghalsige Unternehmung, in mühevolle Experimente, Untersuchungen, Arbeiten, Rechnungen und Theorien eingelassen. Warum wissen wir über das Erdinnere, über die Konstitution der Sonne und über so viele andere Dinge so wenig oder gar nichts? Weil es noch an Anhaltspunkten, als vernünftige Voraussetzungen, fehlt.

Die Forderung nach einer voraussetzungslosen Wissenschaft heißt so viel als: Man will nur im Trüben fischen und einer überlegenen Dialektik und Rhetorik den Preis zuerkennen oder gar jener Disputierkunst, die im Sinne der Lehre eines Protagoras: „Entgegengesetzte Behauptungen sind gleich wahr“, durch so lange Zeit als das Um und Auf der noch wenig entwickelten Wissenschaft bildete. Wenn der Ruf nach einer voraussetzungslosen Wissenschaft etwa dadurch veranlaßt worden sein sollte, weil das Gravitationsgesetz mit seinem Korrelat „Massenattraktion“ nur Skeptizismus und nie Wissenschaft erstehen lassen kann, so wäre doch zu bedenken:

1) Daß Newton von einer Massenattraktion nichts wissen wollte;

2) daß letztere stets eine metaphysische und nie eine vernünftige Voraussetzung war, weil ja dann je zwei der nächstbesten Körper sich gegenseitig anziehen müßten, also auch etwa zwei von Korkkugeln eingeschlossene und im Wasser schwimmende Bleikugeln gleicher und sehr verschiedener Masse. (Dieses oder ein ähnliches Experiment, beziehungsweise die gegenseitige Annäherung beider Kugeln hat bekanntlich noch stets die menschliche Geduld auf eine resultatlose Probe gestellt.) Die Anziehung dieser zwei Kugeln müßte aber doch merklicher sein als jene zwischen dem Mond und unserem Weltmeer;

3) daß man seinerzeit vor metaphysischen Spekulationen und Annahmen noch nicht im gebührenden Maße zurückschreckte, und daß es galt, etwas zu erklären, was man eigentlich noch nicht recht erfaßt hatte;

4) daß schon den ersten, sehr gewichtigen Skeptikern und last not least Newton selbst jede Voraussetzung für eine Ursache der Schwere wie auch für eine Attraktionskraft aller Massen fehlte.

Es ist darum gut, zu bekennen, daß wir die wahre Ursache der Schwere, die aller Materie eigen ist, über diese Erkenntnis hinaus nicht weiter zu verfolgen vermögen, daß wir aber die Schwere als von dem mehrfach erwähnten Verdichtungsprozeß herrührend ansehen müssen, und daß die Paraphrasierung der Schwere durch die Massenattraktion nur eine große Konfusion verursacht hat.

Ein auf bestimmte Voraussetzungen aufgebautes Wissen ist, wenn nicht direkt, so doch durch die Konklusionen und Deduktionen kontrollierbar, zu welchen es führen muß.

Da die Gleichungen 32) und 33) doch nur von Wechselwirkungen Zeugnis ablegen, die zwischen der Erde und dem Mond bestehen, so setzen wir analog der früheren Gleichung 32)

$$\left(\frac{e}{E}\right)^3 : g = g : \left(\frac{p}{R\,r_1^2}\right)^3$$ noch jene

34) $$\left(\frac{e}{E}\right)^3 : g_m = g_m : \left(\frac{p_m}{r\,\mu^2}\right)^3$$ an und es bedeute g_m die Gravitas und p_m den Atmosphärendruck auf dem Mond.

Es ist nun, wie schon angeführt,

$$\frac{M\,g}{m\,g_m} = k = \{\; 2\cdot4688112$$

$$\frac{M}{m} = \frac{r\,\delta^2}{R\,\Theta^2} = \frac{r\,\mu^4}{R\,\eta^4} = \{\; 1\cdot9224351, \text{ mithin}$$

$$g_m = \{\; 0\cdot4426834, \text{ womit man aus 34)}$$

$$p_m = \{\; 3\cdot3201035 \text{ und}$$

$$\frac{p}{p_m} = \{\; 0\cdot6939968$$ erhält. Dieses letztere Verhältnis wollen wir aber, da die Nutationsbewegung beider Gestirne nicht berücksichtigt wurde, nicht als ganz zutreffend betrachten und wir wollen später der eben gemachten Voraussetzung noch andere Voraussetzungen gegenüberstellen.

Ob der Mond eine Atmosphäre besitzt, darüber ist man im Zweifel, weil man hinsichtlich dieser Frage bisher keine Basis fand. — Der Mond ist aber auch ein Kontraktions- und Kondensationszentrum gewesen und soll er im Äther von der mittleren Dichte g_x schwimmen, sich bewegen und drehen, so wird der Druck $r\,\mu^2$ gegen die Mondoberfläche auf p_m sich gesteigert haben, wie bei der Erde von $R\,\eta^2$ auf p.

Wir wollen nun betreffs der Gravitas g_m die Konsequenzen ziehen. Wir fanden früher

$$\frac{M\,R\,\eta^2}{m\,r\,\mu^2} = \frac{T^2}{t^2} = n^2 = \{\; 2\cdot2521812. \text{ Es ist somit}$$

$$35)\quad \frac{Mg\,R\,\eta^2}{mg_m\,r\,\mu^2} = \{\; 2\cdot7985573 \;\} = \frac{g\,T^2}{g_m\,t^2}. \text{ Nun ist}$$

$$36)\quad \frac{Mg\,R\,\Theta^2}{mg_m\,r\,\tau^2} = \{\; 4\cdot0329629$$ und dividiert man diese Gleichung durch jene 35), so folgt

$$37)\quad \frac{\Theta^2\,\mu^2}{\tau^2\,\eta^2} = k = \frac{Mg}{mg_m} \text{ oder}$$

$$38)\quad \frac{M}{m} = k\,\frac{g_m}{g} = \frac{g_m\,\Theta^2\,\mu^2}{\tau^2\,g\,\eta^2} = n^2\left(\frac{\frac{g_m}{\tau^2}}{\frac{g}{\Theta^2}}\right),$$ also eine Synthesis, gegen welche kaum ein Einwand erhoben werden kann, und aus welcher hervorgeht, daß man mit Massen oder auch mit Gewichten rechnen kann,

ohne auf Widersprüche zu stoßen; ja im Gegenteil, die Erdabplattung und die Intensität der Schwere auf dem Äquator finden ihre volle Erklärung.

Es ergeben sich aber noch weitere Konsequenzen, namentlich solche in Hinsicht auf das Gravitationsgesetz. Der Halbmesser Δ des Mondes wurde gleich 1742 *km* gefunden und hienach erhält man ganz allgemein und hinreichend genau

$$\frac{d}{\Delta} = \sqrt{n} = \sqrt{\frac{T}{t}},$$ mithin für die Oberfläche der Erde und des Mondes

$$\frac{4\pi d^2}{4\pi \Delta^2} = \frac{d^2}{\Delta^2} = n.$$

Faßt man g und g_m nach den obigen Gleichungen 32) und 34) als einen mittleren Druck oder auch als eine mittlere Dichte auf, so stellt

$$\frac{g\, d^2}{g_m \Delta^2} = \Big|\, 1\cdot672667$$ das Verhältnis zweier mittlerer Oberflächendrucke, beziehungsweise mittlerer Flächendichten (Archimedisches Prinzip) dar, welches jenem

$$\frac{\delta}{\tau} = \Big|\, 1\cdot7432934$$ sehr nahekommt.

Die zuvor erwähnte Gleichung wird aber nach den üblichen Theorien der Astronomie im Sinne des Gravitationsgesetzes dazu benützt, um

$$\frac{M}{m} = \frac{g\, d^2}{g_m \Delta^2}$$ anzusetzen und aus diesem Massenverhältnis die Gravitas g_m auf der Mondoberfläche zu berechnen. Dieser Ansatz entspricht in der Form

$$\frac{\frac{M}{d^2}}{\frac{m}{\Delta^2}} = \frac{g}{g_m}$$ ganz dem Prinzip der Massenattraktion und auch dem Gravitationsgesetz. Man findet darnach $g_m = 0\cdot8^m$, während nach unserer Gleichung 38) $g_m = 2\cdot8^m$ resultiert.

Wir haben schon früher erwähnt, daß man auf die Abnahme der Schwere mit der Zunahme der Entfernung von der Erde gar nicht zu glauben braucht, da diese Abnahme nur auf einem Trugschluß, auf dem nicht bewiesenen Prinzip der Massenattraktion beruht.

Die Physik sagt, Arme und Beine trägt der Mensch nicht allein mit den Muskeln, er wird hiebei auch vom Luftdruck unterstützt, und da dieser mit zunehmender Höhe abnimmt, Arme und Beine dann fühlbar schwerer

werden, so erklärt sich die Müdigkeit auf hohen Bergen. — Warum sollte nun ein Stein, den man etwa in den Rucksack steckt, oben auf dem Berge leichter sein als unten? Warum sollte sich inzwischen sein Volumen und die darin eingeschlossene Menge des Materiellen geändert haben? — Je höher der Berg ist, desto schwerer wird außer den Beinen und Armen auch der Rucksack und der in denselben gesteckte Stein sein, ersterer natürlich nur unter bestimmten Voraussetzungen.

Mit Rücksicht auf die Nutationsbewegung der Erde und Mondes erhält man

$$\frac{M e f^2}{m r d^2} = \Big\{ 0{\cdot}0173209 \text{ und somit im Prinzipe}$$

$$39)\left\{\begin{array}{l} \dfrac{Mg\, e f^2}{mg_m\, r\, d^2} = k\,\dfrac{e f^2}{r d^2} = k\,\tau\,\dfrac{f^2}{d^2} = \dfrac{d}{\Delta} = \sqrt{n} \\[2ex] \dfrac{M g\, d^2 e f^2}{m\, g_m\, \Delta^2 r d^2} = n = \dfrac{T}{t} \text{ und} \\[2ex] \dfrac{E\,\mu}{e\,\Theta} = 10\,.\,\dfrac{R\,\eta^2}{r\,\mu^2},\ \text{wobei } \Theta - \mu = \sigma \text{ ist, und} \\[2ex] 2\,k\,\tau = 10\,\dfrac{\tau}{\Theta} \text{ oder } 2\,k = \dfrac{10}{\Theta}. \end{array}\right.$$

Man kann nunmehr auch das früher gefundene Verhältnis $\frac{p}{p_m}$ richtigstellen, indem man

$\frac{p}{p_m}\left(\frac{m r d^2}{M e f^2}\right)^2 = \left(\frac{R\,\eta^2}{r\,\mu^2}\right)^2$ findet, woraus zu schließen ist, daß $\frac{p}{p_m} = \left(\frac{R\,\eta^2}{r\,\mu^2}\right)^2$ sein mußte.*) Die Atmosphärendrucke auf die

---

*) Wir müssen hier auf einen Umstand, auf den dermalen nicht ausführlich eingegangen werden kann, besonders aufmerksam machen. Für das erwähnte Verhältnis liegen bereits zwei Werte vor. Zu dem letzteren gelangt man auch, wenn man, weil in der Gleichung 43) die Nutationsbewegung des Doppelgestirnes nicht berücksichtigt ist, des Gleichgewichtes in allen relativen Bewegungen halber, analog zu

$$\frac{R\,\eta^2}{g_x\, p} = \frac{\delta^2}{\tau^2} \text{ auch } \frac{r\,\mu^2}{g_x\, p_m} = \frac{\delta^2}{\tau^2} \text{ setzt.}$$

Einen dritten Wert für $p : p_m$ kann man auf Grund der Lichttheorie ableiten, wonach $p : p_m$ gleich $e^2 : E$ wäre. Dieser letztere Wert müßte aber als ein Verhältnis der mittleren Hüllendichten und nicht als jenes der Drucke an den Körperoberflächen angesehen werden. — (Refraktion des Lichtes.) — Es ließen sich also auch die Gesetze für die Dichteabnahme in beiden Hüllen aufstellen, natürlich nur in relativem Sinne. Es wäre dann

$$\frac{p}{p_m} = n^2 = \frac{T^2}{t^2}, \text{ worauf wir noch zurückkommen müssen.}$$

Flächeneinheit der Oberfläche der Erde und des Mondes verhalten sich dann wie die Quadrate ihrer mittleren Zentripetalbeschleunigungen.

Wir wollen uns diesmal nicht in weitere Details einlassen, zumal sich solche aus den bisher aufgestellten Hauptgleichungen von selbst ergeben. Doch können wir mit Beruhigung behaupten, daß nicht eine einzige Größe der Erd- Mondbewegung unerörtert blieb und daß nunmehr bereits alle Wechselbeziehungen, die zwischen bestimmten Größen bestehen können, vollständig aufgedeckt sind.

In der Mechanik des Himmels findet man also dieselben Gesetzmäßigkeiten wie in der terrestrischen Mechanik, wie in der theoretischen Physik überhaupt.

Die Vorstellung über die Zustände des Äthers im Raume des Sonnensystems und eine darauf aufgebaute Weltanschauung führt eigentlich auch zur Atomistik und zum Begriffe des unendlich Kleinen in Bezug auf die Dichte des Äthers an der äußersten Grenze des Sonnensystems. Doch unterliegt der Äther auch hier noch der Schwere und er durchdringt die Hüllen aller Planeten und Monde wie alle organischen und selbst anorganischen Körper, kurz gesagt, er ist allgegenwärtig. Daß sich diese Hüllen bezüglich ihrer Kontinuität und gleichzeitiger Abnahme ihrer Dichte mit der Zunahme der Entfernung vom Verdichtungszentrum nicht vermischen, beruht eben auf ihrer Schwere, und so unfaßlich diese letztere erscheinen mag, auf der Abkühlung und Verdichtung und, wie schon erwähnt, auf jenem Prozeß, der sich an jede Kristallbildung knüpft. In jedem Kristall erblicken wir aber bekanntlich ein Individuum der anorganischen Natur. Die Atome des aufgelösten oder verdampften Kristalls müssen aber anderer Natur sein als jene der Luft und des Äthers. Dies zu erklären kann nicht schwer sein, namentlich nicht in Hinsicht auf die von der Physik längst festgestellten Begriffe „Wärmekapazität“ und „spezifische Wärme“.

War die Materie der einzelnen anfänglichen Verdichtungszentren auch sehr heiß, so hatte sie doch bereits eine gewisse, nur im allgemeinen nach innen zunehmende Dichte und der sie umgebende Äther, ein Nimmersatt an Wärme und Energie, absorbierte alle durch die einzelnen Verdichtungsprozesse frei gewordene, durch Leitung und Strahlung abgegebene Wärme. Aus der Lichtbeschleunigung ergab sich, daß die Dichte des Äthers mit der dritten Potenz des Sphärenhalbmessers abnimmt. Je geringer die Dichte eines Gases ist, desto größer ist aber die durch dasselbe gebundene Wärme, die für dessen Bestand erforderliche Wärmemenge.

Übereinstimmung der entwickelten Theorie mit jener über die kreisförmige, elliptische und Nutations-Bewegung der Erde und des Mondes.

Auf die Behandlung der bisher berührten Probleme vom spezifisch-astronomischen Standpunkt aus wollen wir bei anderer Gelegenheit eingehen.

Der Mondhalbmesser Δ wird fast allgemein mit 1742 *km* angenommen. Den Erdhalbmesser d haben wir rein theoretisch berechnet und mii 6377·4 *km* gefunden. Es ist also

$$d = \{ 3{\cdot}8046426 \text{ und } \Delta = \{ 3.2410482.$$ Man erhält

$$\frac{r}{d} = 60{\cdot}3444 \text{ gegenüber } \frac{r}{d} = 60{\cdot}277 \text{ nach Hansen.}$$

Daß man, ohne einen besonderen Fehler zu begehen,

$$\frac{d}{\Delta} = \sqrt{n} = \sqrt{\frac{T_s}{t_s}}$$ ansetzen kann, wurde schon erwähnt.

Bildet man die Verhältnisse

$$\left(\frac{E}{T_s}\right)^2 \text{ und } \left(\frac{e}{t_s}\right)^{2*)},$$ so erhält man

$$1)\quad \frac{M E^2}{m e^2 n^2} = \frac{1}{\mu}$$ und da

$$2)\quad \sqrt{\frac{M R}{m r}} = n^2$$ resultiert, so folgt

$$3)\quad \frac{1}{\mu} = \frac{E^2}{e^2}\sqrt{\frac{M r}{R m}}$$

Aus

$$\frac{M R \eta^2}{m r \mu^2} = n^2 \text{ und } \frac{M g}{m g_m} = k = \frac{r^3 \mu^2}{d^3 \lambda^2}$$ findet man

$$4)\quad \frac{1}{\mu} = \sqrt{\frac{g . d^3 \lambda^2}{g_m r^2 R \eta 4}}.$$ Hieraus folgt

$$5)\quad \frac{\eta}{\mu} = \sqrt{\frac{g d^3 \lambda^3}{g_m r^2 R \eta^2}}.$$

---

*) Die Bestimmung des Massenverhältnisses der Erde und des Mondes nach Hansen ist uns nicht bekannt. Nimmt man aber für E und e jene Werte, wie sie Hansen zur Verfügung gestanden sein dürften, so ist es vielleicht nicht ohne Interesse anzuführen, daß

$$\frac{M}{m} = \frac{E^2 t_s^2}{e^2 T_s^2}$$ fast genau den von Hansen aufgestellten Wert

$$\frac{M}{m} = 79{\cdot}667$$ liefert.

Dividiert man 1) oder 3) durch $\frac{R\eta^2}{r\mu^2}$, so erhält man

$$\frac{MR\Theta^2}{mr\tau^2} = \frac{\delta^2}{\tau^2} \text{ und somit}$$

$$\frac{1}{\mu} \cdot \frac{\tau^2}{\delta^2} = \frac{R\eta^2}{r\mu^2}, \text{ daher}$$

6) $\frac{1}{\eta} = \frac{\delta}{\tau}\sqrt{\frac{R}{r\mu}}$. In dieser Gleichung kann man $\frac{1}{\mu}$ nach 1) 3) oder 4) eliminieren, um die in der Einleitung erwähnten Verhältnisse betreffs der Winkelgeschwindigkeit der Erde und des Mondes durch die maßgebenden Größen zu definieren, was die bisher üblichen Theorien über Zentralbewegung bekanntlich nicht vermochten.

In der Abhandlung über die Nutationsbewegung der Erde und des Mondes wurden verschiedene, doch einander nahezu gleiche Werte gefunden. Gewisse Resultate stimmen daher immer nur dann scharf überein, wenn auch der denselben eigentlich zukommende Wert für g benützt wird.

Aus

$$\frac{Mg}{mg_m} = k = \frac{r^3\mu^2}{\delta^3\lambda^2} \text{ folgt}$$

7) $\frac{Mgd^2}{mg_m r^2} = \frac{r\mu^2}{d\lambda^2}$ und eine kleine Rechnung zeigt, daß man füglich

8) $\left(\frac{r}{\Delta}\right)^2 = 10^4\,\frac{g}{2}$ ansetzen kann.

Es ist sonach, indem man 7) und 8) multipliziert,

9) $\frac{gd^2}{g_m\Delta^2} = 10^4\,\frac{g}{2}\,\frac{mr\mu^2}{Md\lambda^2}$, womit man zu einer ganz anderen Gesetzmäßigkeit gelangt, als nach dem Gravitationsgesetze, demzufolge

$$\frac{M}{m} = \frac{gd^2}{g_m\Delta^2}, \text{ mithin } g_m = \frac{d^2}{M}\cdot\frac{m}{\Delta^2}$$ sein soll, sobald das Massenverhältnis bekannt ist.

Wir werden sehen, daß die Gleichung 9) auch noch mit anderen Größen in Harmonie steht, nämlich auch mit der Lichtgeschwindigkeit.

Man findet auch

10) $\frac{k}{g/_2} = \frac{2r^3\mu^2}{gd^3\lambda^2} = \frac{r}{d}$, wenn $g = \left(\frac{E\tau}{e\delta}\right)^3$ gesetzt wird, und

11) $\frac{2\,k\,\Delta^3}{g\,d^3} = \frac{r\,\Delta^3}{d^4} = \frac{\Theta}{\sigma}$, obwohl dieser Wert etwas zu groß ist, was aber bei den verschiedenen Potenzen der drei Halbmesser kaum ins Gewicht fallen kann.

Infolge

$$\frac{\delta^2}{\tau^2} = n^2 \sqrt{k} \text{ oder } \frac{\delta^4}{n^2 \tau^2} = k = \frac{M g}{m g_m} \text{ und } n^2 = \frac{\delta}{\Theta} \text{ ist}$$

$$12)\ \frac{g\,\delta^2}{g_m \Theta^2} = \frac{M\,R^2\,\Theta^4}{m\,r^2\,\tau^2} \text{ oder } \frac{g \cdot r\,\delta^2}{g_m R\,\Theta^4} = \frac{M\,R\,\Theta^2}{m\,r\,\tau^2}.$$

Wir fanden früher

$$13)\ g^2 = \left(\frac{e}{E}\right)^3 \left(\frac{p}{R\,\eta^2}\right)^3 = g_x \left(\frac{p}{R\,\eta^2}\right)^3.$$ Nun ist aber auch

$$13)\ T\left(\frac{e}{E}\right)^3 = g_x\,T = R\,\eta^2,$$ also gleich der Zentripetalbeschleunigung des binären Systems in seiner Bewegung um die Sonne.

Es wurde g_x als die Lichtbeschleunigung (etwa auch als der sogenannte Lichtdruck) definiert und aus den Fallgesetzen Galileis abgeleitet. Nach diesen Gesetzen gibt $g\,t$ die Geschwindigkeit, die der fallende Körper nach Ablauf der Zeit t besitzt. Eine solche Geschwindigkeit stellt nun auch $g_x\,T$ vor.

So wie sich in allen Theorien über Dynamik die Zentripetal- und Zentrifugalkräfte stets das Gleichgewicht halten, ebenso ist es für eine vernünftige Vorstellung ganz gleichgültig, ob man sich unter $v_x = g_x\,T$ eine Geschwindigkeit oder einen derselben entsprechenden Druck $R\,\eta^2$ vorstellt, dessen Sinn in radialer Richtung von der Sonne, beziehungsweise zur Sonne gerichtet ist, da es sich um einen Gleichgewichtszustand handelt.

Wegen

$$14)\ g_x = \frac{2\,V_x}{T^2} \text{ ist } g_x\,T = \frac{2\,V_x}{T} = v_x = R\,\eta^2 \text{ und}$$

diese Gleichung sowie jene 13), in welcher die beiden Amplitüden des gemeinsam um die Sonne oszillierenden binären Systems vorkommen, definieren die Bewegungen dieses Systems durch die Lichtgeschwindigkeit V_x in einer Weise, die wohl jeden Zweifel über die Natur des eigentlichen Agens in der Planetenbewegung sowie auch über die hier entwickelten Theorien beheben muß.

Diese Betrachtung zeigt aber auch deutlich, wie weit die Wissenschaft über das Gravitationsgesetz hinausgewachsen ist.

Sie braucht nur ihre bereits geborgenen Schätze an das Tageslicht zu heben und auszunützen.

Da

$$\eta^2 = \left(\frac{360}{T}\right)^2$$ ist, so folgt aus den beiden Gleichungen 13)

$$15)\ g = \frac{1}{360^2 R} \sqrt{p^3 T^3} = \{0{\cdot}9900341,$$ während aus den allgemeinen Bewegungsgleichungen, die bei anderer Gelegenheit vorgeführt werden sollen,

$$\log g = 0{\cdot}9903095$$ resultiert.

In 15) stellt p den Atmosphärendruck auf den m^2 vor, da auch g in Meter gerechnet wird, und die Gleichung gibt eine völlig neue Definition für g. Die Gravitas g hat sich aber wieder selbst als eine Verdichtungskonstante der seinerzeitigen Kontraktion innerhalb des binären Systems herausgestellt und damit tritt durch 15) der Begriff „Konstitution der Materie" klar vor Augen.

Wir müssen nun noch erwähnen, daß nach unseren Daten die siderische Umlaufszeit der Erde nach dem Wr. astron. Kalender in Rechnung gezogen ist und daß hienach

$$R\,\eta^2 = \{1{\cdot}2815606$$ folgt, während nach 13)

$$g_x\, T = R\,\eta^2 = \{1{\cdot}2788547$$ resultiert,

also eine kleine Differenz, als Folge gewisser parallaktischer Einflüsse, auch einer kleinen Ungenauigkeit von T_s, nachdem die Erde sich nicht in der Ekliptik bewegt und um diese oszilliert (Nutationsbewegung).

Ganz unbekümmert um diese letztere Bewegung, kann man für die Geschwindigkeit v der Erde in ihrer Bahn (R in Meter) finden:

$$16)\ v = \frac{2 R \pi}{T} = \{\,4{\cdot}4662469 \text{ oder } \frac{R}{v^2} = 10\sqrt{k},$$ genauer

und unter Berücksichtigung der wahren Bewegung der Erde,

$$\frac{n^2 v^2}{R} = \frac{M e f^2}{m r d^2}$$

Für das Verhältnis der synodischen (t_i) und anomalistischen Umlaufszeit (t_a) hat man

$$\frac{t_i}{t_a} = \{\,0{\cdot}0300750, \text{ also } \sqrt[3]{\frac{t_i}{t_a}}\ \{\,0{\cdot}0100250.$$

Multipliziert man mit letzterem Werte die Gleichung 16) oder dividiert man mit diesem Werte die Gleichung

$$\frac{M R \Theta^2}{m r \tau^2} = \frac{\delta^2}{\tau^2} = \{ 3\cdot4865868,$$ so erhält man in beiden Fällen

nahezu eine Potenz der Lichtgeschwindigkeit bezüglich der Basis der Briggschen Logarithmen, da

$V_x = \{ 8\cdot4769361$, wenn V_x in Meter gerechnet wird.

Dies mag für dieses Mal genügen, um erneuert darauf hinzuweisen, daß der Äther das Agens für die Bewegung des binären Systems bildet und daß die behandelte Nutationsbewegung des Systems so sicher besteht wie die Gesetze Keplers, die hiebei immer und immer wieder vor Augen treten.

Schreibt man, und zwar wieder ohne Rücksicht auf eine Nutation in den Systemen der oberen Planeten, für irgend einen derselben

$g'_x = \frac{2 V_x}{T_1^2}$ und $v'_x = g'_x T_1$, so ist mit Bezug auf 14)

$$\frac{g_x}{g'_x} = \frac{T^2}{T_1^2} = \frac{R^3}{R_1^3}$$ und ebenso

$$\frac{v_x}{v'_x} = \frac{T}{T_1} = \sqrt{\frac{R^3}{R_1^3}},$$ also ganz im Sinne der Fallgesetze

und des dritten Gesetzes Keplers.

Wir haben schon früher das Potenzialverhältnis

$$\frac{R^2 \delta^2}{r^2 \tau^2} = e^2 = \{ 8\cdot6504414$$ besprochen und ebenso dessen Ausnützung zur Bestimmung des Verhältnisses der Sonnen- und Erdmasse. Auch haben wir erwähnt, man müsse sich zur endgültigen Festsetzung einer Masseneinheit entschließen. Wir werden sofort darauf eingehen; das eben angeführte Potentialverhältnis muß aber, schon der Synthese halber, dazu anregen, nach der Bedeutung des analogen Potenzialverhältnisses

$\frac{R^2 \delta^2}{r^2 \Theta^2}$ zu fragen.

Die Rechnung gibt

$$17) \quad \left(\frac{R}{r} . n^2\right)^2 = \left(\frac{R \delta}{r \Theta}\right)^2 = 10^5 \frac{g}{2} \sqrt[3]{\left(\frac{t_a}{t_i}\right)^2}$$ und

$$\frac{M R^3}{m r^3} = \left(\frac{V_x \delta}{n}\right)^2 = 10^9 \, {}^g/_2 \sqrt[3]{\left(\frac{t_a}{t_i}\right)^2},$$ wenn V_x in *km*

genommen wird. Also auch die Gravitas läßt sich durch die Lichtgeschwindigkeit ausdrücken und wir verweisen auf die Bemerkung zu der früheren Gleichung 8) mit dem Beifügen, daß wir auf die bezüglichen Konsequenzen ein anderes-mal näher eingehen wollen, da wir sonst von unserem dermaligen Ziele zu weit abkommen würden.

Gewicht der Erde.

Das Gewicht und damit wohl auch die Dichte der Erde wurde von einzelnen genau berechnet und es wäre gewiß sehr lieb, könnte man diesbezüglich sich darauf berufen und so gleichzeitig jeder Kritik aus dem Wege gehen. Hinsichtlich einer Theorie, die sich auf das Archimedische Prinzip beruft, ist das aber geradezu unmöglich und wir müssen nolentis volentis die immerhin harte Nuß zu knacken versuchen oder doch die Konsequenzen andeuten, die sich in dieser Hinsicht ergeben.

Newtons Grundgleichung

a) $P = mg$ läßt direkt keinen Anhalt für die Wahl einer Masseneinheit finden und die früheren Gleichungen

b) $\frac{M}{m} = \frac{r\,\delta^2}{R\,\Theta^2} = \frac{r\,T^4}{R\,t^4}$ und $\frac{M\,g}{m\,g_m} = k = \frac{r^3\,\mu^2}{d^3\,\lambda^2}$ geben nur relative Massen und Gewichte, welche erheischen, daß wie in a) g gleich Eins, so auch in b) m oder $m\,g_m$ gleich Eins zu setzen ist, um zu einer Gewichts- beziehungsweise Masseneinheit zu gelangen.

Newton fand die mittlere Dichte der Erde mit 5·6 jener des Wassers und über die verschiedenen Versuche zur Ermittlung dieser Dichtigkeit der Erde auf Grund der nicht bewiesenen Massenanziehung kann man in Gretschels Lexikon der Astronomie nachlesen.

Die Dichte der Erde in ihrem Innersten wurde von unseren Mathematikern, natürlich wieder unter ganz bestimmten, aber geradezu unkontrollierbaren Annahmen, berechnet und bald gleich jener des Eisens, bald auch gleich jener des Quecksilbers gefunden.

Wir hätten es also mit Ergebnissen des Positivismus oder der positiven Wissenschaft zu tun, die ihre Voraussetzungen nie verheimlicht. Die Analysis muß ihre Prämissen immer im vorhinein darlegen. Sie schafft sich damit ein großes Gebiet für sehr nützliche Applikationeu ihrer Theorien und darin kann sie für die Schule bekanntlich nicht genug tun. Wenn man aber eine Drehwage in der Nähe eines Bergmassivs, welches im allgemeinen doch unbekannt ist (man gedenke hier der großen Tunneldurchstiche), aufstellt,

eine sehr geringe Ablenkung derselben bemerken will, den Grund hiefür in den Massenanziehungen sucht, diese berechnet und in der Rechnung bald die Bergmasse, bald den Torsionskoeffizienten der Drehwage abändert, bis endlich nahezu das Resultat 5·6 zum Vorschein kommt, dann hat man eben Prämissen für ein im vorhinein gestecktes Ziel gesucht und nicht eine Bestätigung des Prinzipes, der Theorie 2c. geliefert und von einem Resultat kann absolut nicht die Rede sein.

Über „voraussetzungslose Wissenschaft" haben wir bereits genug gesagt. Es kann sich diesfalls immer nur darum drehen, ihre zumeist verkappten Prämissen — wie etwa jene in der Physik, die Aristoteles lehrte — herauszufinden, und wäre dies nicht richtig, dann hätten schon die griechischen Philosophen und Mathematiker, die gegenüber unserer Zeit scheinbar weit voraussetzungsloser dachten und lehrten, die Wissenschaft dahin bringen können, wo sie etwa heute steht. Die voraussetzungslose Wissenschaft der Hellenen bot aber der widerstehenden Wissenschaft nicht nur keine zutreffenden Voraussetzungen als Anknüpfungspunkte dar, sondern jene war sogar angewiesen, zunächst die Fesseln abzustreifen, die bis dahin für sie fast unausgesetzt geschmiedet wurden. Doch vergessen wir keinesfalls darauf, daß nach Protagoras, wenn man will, auch das Gegenteil bewiesen werden kann, namentlich hinsichtlich einer hohen Kultur, deren Überlieferungen für das Wiedererwachen der Künste und Wissenschaften gewiß nicht ohne große Bedeutung waren, wenn auch betreffs der Wissenschaft mehr im negativen als positiven Sinne. Vernunft und Verstand mußten sich aber von jeher an Gegensätzen messen und zurechtfinden.

Offenheit in der Wissenschaft hätte es aber längst nahelegen sollen, zu sagen, das Prinzip der Massenattraktion ist nicht bewiesen und daher höchstens eine notwendige Hypothese und deswegen müssen auch alle einschlägigen Applikationen der Analysis mit ihren oft noch weitergehenden Sonderannahmen mit Vorsicht beurteilt und nicht immer für bare Münze genommen werden.

Wir wollen das Archimedische Prinzip hier nicht erneuert und in seiner Gänge vorführen. Im Prinzip besagt dasselbe, daß ein in eine Flüssigkeit getauchter Körper so viel an Gewicht verliert, als er Gewicht an Flüssigkeit verdrängt hat.

Das Prinzip fordert also die Kenntnis des Gewichtes, Volumens und der Dichte des Körpers und der Dichte der Flüssigkeit.

Der Äther hat nun im Raume nicht allenthalben dieselbe Dichte und das Gewicht des darin eingetauchten Körpers, der Erde, ist uns eigentlich nicht bekannt, wir wollen es ja erst bestimmen.

Das erwähnte Prinzip führt aber zu drei Konklusionen: Ist der Körper von geringerer, gleicher oder größerer Dichte als die Flüssigkeit, so

schwimmt er auf deren Oberfläche infolge des sogenannten Deplacements oder er befindet sich bei jeder beliebigen Tauchungstiefe im statischen Gleichgewicht (er kann in jeder beliebigen Höhe einer Flüssigkeitssäule verbleiben), beziehungsweise er sinkt bis auf den Grund der letzteren. Es ist also der zweite Fall, nach welchem die Dichte des Körpers und der Flüssigkeit gleich sind, derjenige, welcher hier allein, als zum Ziele führend, in Betracht käme.

Die Dichte der Erde müßte also so groß sein als jene des Äthers in der mittleren Entfernung der Erde von der Sonne.

Bezeichet man das Gewicht der Erde mit Q, deren Volumen mit V_e, die Oberfläche mit F_e und wählen wir für die bezügliche Dichte g_x des Äthers im Sinne der früheren Theorie

$$g_x = \frac{2\,V_x}{T^2} = \{\ 0{\cdot}7797433 - 7,$$ so erhalten wir, die Erde als eine Kugel betrachtet,

$$V_e = \{\ 21{\cdot}0360164,\quad F_e = \{\ 14{\cdot}7084951$$ und

$$g_x\,V_e = \{\ 14{\cdot}8157579,$$ also nahezu gleich F_e.

Wir schreiben sonach

1) $F_e = g_x\,V_e$ und wollen hieran einige Bemerkungen knüpfen.

Von dem Doppelgestirn Erde-Mond übt letzterer einen Druck auf die Erde aus und es ist darum nicht recht zulässig, wie in 1), hievon abzusehen. Da aber alle Bewegungen nur sehr schwach beschleunigte sind, die Beschleunigung der Mondbewegung auch nicht allein von der Erde herrührt, letztere endlich eine Sphäroidgestalt besitzt, so wollen wir die durch 1) bewirkte Korrektur zum wenigsten als annehmbar ansehen. Hinsichtlich des Atmosphärendruckes p der Erde war schon früher zu entnehmen, daß man mit dem bezüglichen Wert recht gut rechnen kann, desgleichen mit g_x, obwohl die Bewegung der Erde in der Tat etwas komplizierter ist als jene nach der sogenannten „mittleren Ekliptik". Es handelt sich, wie schon so oft betont, rücksichtlich der ungleichförmigen und oft sehr komplizierten Bewegungen im Kosmos immer nur um gute Mittelwerte.

Wir fanden früher

a) $\dfrac{R\,\eta^2}{g_x\,p} = \dfrac{\delta^2}{\tau^2} = \dfrac{M\,R\,\Theta^2}{m\,r\,\tau^2}$, und wenn man die obige Gleichung 1) mit p multipliziert, so ist

$F_e\,p = g_x\,p\,.\,V_e$. Multipliziert man diese Gleichung mit der Gleichung a), so folgt

$$2)\ F_e R \eta^2 = V_e \cdot g_x^2 \cdot p \cdot \frac{\delta^2}{\tau^2} \text{ oder } \frac{F_e R \eta^2}{g_x} = g_x V_e \cdot p \frac{\delta^2}{\tau^2}.$$

Diese Gleichung ist nun wohl von großem Interesse. Wenn nach dem Archimedischen Prinzip, welches, wie schon erwähnt, auch hinsichtlich der Tauchung eines Körpers im Gase verschiedener Dichte oder Spannkraft gilt, ein Körper in einem Gas (Äther) oder auch in einer Flüssigkeit von ungleicher Dichte in einer bestimmten Sphäre (Flüssigkeitshöhe) schwimmt, so muß die Oberfläche desselben unter einem bestimmten Druck stehen. Diesen Flächendruck würde eben die Gleichung 2) darstellen. Dabei ist $R \eta^2$ als ein kosmischer (mittlerer) Druck aufzufassen und derselbe hängt von V_e, vom Atmosphärendruck, durch welchen er sich fortpflanzt, vom Lichtdruck und von der Bewegungsbeschleunigung des Mondes ab (von δ und τ). Eine solche Synthesis steht aber mit der Physik in voller Harmonie, im entfernteren Sinne sogar mit den Ansichten und Theorien Falbs, die heute gerne belächelt werden und doch einen ernsteren Untergrund besitzen. Wir werden ein anderesmal hierauf zurückkommen; die sekulären Änderungen der Deklination und Inklination der Magnetnadel hängen mit der Drehung der Apsidenlinie der Erdbahn und vorwiegend mit der Nutationsbewegung, damit auch mit der Lage der Bahn des Mondes, zusammen.

Ist der Körper von größerer Ausdehnung, dann steht, wie das Archimedische Prinzip lehrt, dessen obere und untere (der Sonne ab-, beziehungsweise zugewandte) Fläche wohl unter einem verschiedenen Druck. Aber, wenn die Erde eine selbst weit über den Mond hinausreichende, ja selbst eine Hülle von der Mächtigkeit der linearen Exzentrizität ihrer Bahn besitzen sollte, so ist dies für kosmische Verhältnisse und hinsichtlich aller Druckfortpflanzungen so gut wie gegenstandslos.

Die Gleichung 1) würde sagen, die Erde ist hohl und bestenfalls zu einem großen Teil ihres Volumens von einem Gas ziemlich hoher Spannkraft erfüllt, und die Gleichung 2) ließe erkennen, daß der sogenannte Lichtdruck (als eine Folge der Energie des Äthers) sich seinem Quadrate nach geltend macht, daher die relativ größte Rolle spielt.

Während die letztere Folgerung — nicht etwa bloß im Sinne der früheren Theorien — fast selbstverständlich erscheinen mag, werden manche, namentlich die Vertreter gewisser geologischer Theorien, sehr nachdenklich ihr Haupt schütteln und vielleicht gar auf Widerlegung sinnen.

Wir haben aber bloß Konsequenzen gezogen und man müßte zunächst alle vorstehenden Theorien widerlegen.

schwimmt er auf deren Oberfläche infolge des sogenannten Deplacements oder er befindet sich bei jeder beliebigen Tauchungstiefe im statischen Gleichgewicht (er kann in jeder beliebigen Höhe einer Flüssigkeitssäule verbleiben), beziehungsweise er sinkt bis auf den Grund der letzteren. Es ist also der zweite Fall, nach welchem die Dichte des Körpers und der Flüssigkeit gleich sind, derjenige, welcher hier allein, als zum Ziele führend, in Betracht käme.

Die Dichte der Erde müßte also so groß sein als jene des Äthers in der mittleren Entfernung der Erde von der Sonne.

Bezeichet man das Gewicht der Erde mit Q, deren Volumen mit V_e, die Oberfläche mit F_e und wählen wir für die bezügliche Dichte g_x des Äthers im Sinne der früheren Theorie

$g_x = \frac{2 V_x}{T^2} = \{ 0{\cdot}7797433—7$, so erhalten wir, die Erde als eine Kugel betrachtet,

$V_e = \{ 21{\cdot}0360164$, $F_e = \{ 14{\cdot}7084951$ und

$g_x V_e = \{ 14{\cdot}8157579$, also nahezu gleich F_e.

Wir schreiben sonach

1) $F_e = g_x V_e$ und wollen hieran einige Bemerkungen knüpfen.

Von dem Doppelgestirn Erde-Mond übt letzterer einen Druck auf die Erde aus und es ist darum nicht recht zulässig, wie in 1), hievon abzusehen. Da aber alle Bewegungen nur sehr schwach beschleunigte sind, die Beschleunigung der Mondbewegung auch nicht allein von der Erde herrührt, letztere endlich eine Sphäroidgestalt besitzt, so wollen wir die durch 1) bewirkte Korrektur zum wenigsten als annehmbar ansehen. Hinsichtlich des Atmosphärendruckes p der Erde war schon früher zu entnehmen, daß man mit dem bezüglichen Wert recht gut rechnen kann, desgleichen mit g_x, obwohl die Bewegung der Erde in der Tat etwas komplizierter ist als jene nach der sogenannten „mittleren Ekliptik“. Es handelt sich, wie schon so oft betont, rücksichtlich der ungleichförmigen und oft sehr komplizierten Bewegungen im Kosmos immer nur um gute Mittelwerte.

Wir fanden früher

a) $\frac{R \eta^2}{g_x p} = \frac{\delta^2}{\tau^2} = \frac{M R \Theta^2}{m r \tau^2}$, und wenn man die obige Gleichung 1) mit p multipliziert, so ist

$F_e p = g_x p . V_e$. Multipliziert man diese Gleichung mit der Gleichung a), so folgt

$$2)\ F_e R \eta^2 = V_e \cdot g_x^2 \cdot p \cdot \frac{\delta^2}{\tau^2} \text{ oder } \frac{F_e R \eta^2}{g_x} = g_x V_e \cdot p \frac{\delta^2}{\tau^2}.$$

Diese Gleichung ist nun wohl von großem Interesse. Wenn nach dem Archimedischen Prinzip, welches, wie schon erwähnt, auch hinsichtlich der Tauchung eines Körpers im Gase verschiedener Dichte oder Spannkraft gilt, ein Körper in einem Gas (Äther) oder auch in einer Flüssigkeit von ungleicher Dichte in einer bestimmten Sphäre (Flüssigkeitshöhe) schwimmt, so muß die Oberfläche desselben unter einem bestimmten Druck stehen. Diesen Flächendruck würde eben die Gleichung 2) darstellen. Dabei ist $R \eta^2$ als ein kosmischer (mittlerer) Druck aufzufassen und derselbe hängt von V_e, vom Atmosphärendruck, durch welchen er sich fortpflanzt, vom Lichtdruck und von der Bewegungsbeschleunigung des Mondes ab (von δ und τ). Eine solche Synthesis steht aber mit der Physik in voller Harmonie, im entfernteren Sinne sogar mit den Ansichten und Theorien Falbs, die heute gerne belächelt werden und doch einen ernsteren Untergrund besitzen. Wir werden ein anderesmal hierauf zurückkommen; die sekulären Änderungen der Deklination und Inklination der Magnetnadel hängen mit der Drehung der Apsidenlinie der Erdbahn und vorwiegend mit der Nutationsbewegung, damit auch mit der Lage der Bahn des Mondes, zusammen.

Ist der Körper von größerer Ausdehnung, dann steht, wie das Archimedische Prinzip lehrt, dessen obere und untere (der Sonne ab-, beziehungsweise zugewandte) Fläche wohl unter einem verschiedenen Druck. Aber, wenn die Erde eine selbst weit über den Mond hinausreichende, ja selbst eine Hülle von der Mächtigkeit der linearen Exzentrizität ihrer Bahn besitzen sollte, so ist dies für kosmische Verhältnisse und hinsichtlich aller Druckfortpflanzungen so gut wie gegenstandslos.

Die Gleichung 1) würde sagen, die Erde ist hohl und bestenfalls zu einem großen Teil ihres Volumens von einem Gas ziemlich hoher Spannkraft erfüllt, und die Gleichung 2) ließe erkennen, daß der sogenannte Lichtdruck (als eine Folge der Energie des Äthers) sich seinem Quadrate nach geltend macht, daher die relativ größte Rolle spielt.

Während die letztere Folgerung — nicht etwa bloß im Sinne der früheren Theorien — fast selbstverständlich erscheinen mag, werden manche, namentlich die Vertreter gewisser geologischer Theorien, sehr nachdenklich ihr Haupt schütteln und vielleicht gar auf Widerlegung sinnen.

Wir haben aber bloß Konsequenzen gezogen und man müßte zunächst alle vorstehenden Theorien widerlegen.

Daß die Erde, ja selbst die Sonne etwa hohl sei, das würde unseres Erinnerns nicht das erstemal behauptet werden. Die Theorie der tektonischen Beben ist uns hinreichend bekannt. Ob die schwere und dichte, fast feurigflüssige Masse, auf welcher die großen Schollen der vielfach geborstenen Erdrinde, deren Mächtigkeit man nicht einmal auch nur annähernd genau kennt, schwimmen oder aufliegen sollen, wirklich existiert, das hat noch niemand nachgewiesen. Nach geologischen Anschauungen und Schätzungen wäre die Erdrinde im Verhältnis zum Erdhalbmesser von auffallend geringer Dicke, die fast feurigflüssige und sehr dichte Masse (das Magma) also doch vorwiegend. Demgegenüber lehrt die Physik, daß die Eigenwärme der Erde geradezu verschwindend ist und daß die Temperatur auf der Oberfläche der Erde eigentlich ganz ausschließlich von der Sonne herrührt, sowie daß überhaupt der Bestand unserer Atmosphäre und die Existenz aller organischen Wesen nur den Sonnenenergien zu verdanken ist. Die bequeme Hypothese für die Erklärung tektonischer Beben stimmt also, so dünkt uns, mit den Tatsachen auf der Erdoberfläche wenig überein und im übrigen weisen wir darauf hin, was hinsichtlich des im Sinne der Nebulartheorie behandelten Verdichtungs- und Abkühlungsprozesses der Erde bereits erwähnt wurde, welcher der Rechnung sich in weit höherem fügt als alle geologischen Theorien, denen zuverlässige Maße noch gänzlich mangeln.

Über das elektrostatische und elektromagnetische Maßsystem.

In der Literatur über Naturwissenschaft kann man heutigen Tages mehrfach bald schwächeren, bald vehementeren Angriffen auf letztere begegnen. Es würde uns nicht schwer fallen, in dieser Hinsicht eine kleine, aber vielsagende Sammlung vorzuführen. Muß man darin, um mit Kant zu reden, ein erfreuliches Zeichen geistiger Regsamkeit oder aufstrebender Vernunft erblicken, so gehen einzelne dieser Angriffe, Anklagen oder Vorwürfe so weit, daß man fast an eine gewisse Indolenz der Wissenschaft glauben müßte. Bei einer eingehenden Prüfung solcher Vorwürfe fallen dieselben jedoch zumeist auf den Autor zurück oder sie charakterisieren zum wenigsten die Unzulänglichkeit seiner Basis. Die hier gemeinten Vorwürfe gleichen dem Ruf nach Hilfe eines in der Wüste Verirrten, der sich allein nicht mehr zurechtfinden kann, oder sie entspringen einer trostlosen Situation, wie z. B. jener des bereits ermüdeten Wanderers, der bei einbrechender Finsternis oder auch im dichten Nebel auf eine ausgedehnte, orientierungslose Heide gerät. Wie soll und kann die Wissenschaft, wenn Licht und Kompaß fehlen, helfen?

Freilich, die Naturwissenschaft besteht, wie wir es schon betonten, zunächst noch aus Fragmenten oder aus einzelnen großen Problemen. Durch

Verschmelzung oder Verbindung derselben wird sich aber ihre Zahl, das können wir bestimmt hoffen, wenn auch nicht erleben, stetig vermindern. Dies ließe sich zunächst durch eine sehr eingehende und zusammenhängende Abhandlung über den Äther oder über die Sonnenenergien: Licht, Wärme und Elektrizität geradezu beweisen. Hiezu müßte man aber bei vollständiger Anlehnung an die Physik sehr tief in deren bekannte Schätze greifen.

Wir werden den Weg zu einer rationellen Physik des Äthers vorläufig bloß andeuten und bei anderer Gelegenheit näher beleuchten. Wir werden dann gewiß nichts Neues bringen, aber immerhin Gesichtspunkte kennzeichnen, welche die Allgegenwart dieses Mediums, die auch nicht mehr unbekannt ist, förmlich sichtbar macht. Diese Behauptung wird aber auch schon aus dem Nachfolgenden bereits zum größten Teil hervorgehen, wo wir uns auf das beschränken, was der Überschrift dieses Abschnittes entspricht.

Es ist nun unerläßlich, einige Betrachtungen und Erinnerungen vorauszusenden.

In der Abhandlung über die metaphysische Massenattraktion fanden wir — wir nannten dort S die Sonnenmasse —

$$\text{a)}\quad S = \frac{M R^3 \Theta^2}{m r^3 \tau^2} = e^2 = \left\{ 8{\cdot}6504414 \right\} = n^2 . E.$$

Die Betrachtungen und Untersuchungen über das Gewicht und die Masse der Erde könnte man auch auf jene betreffs des Mondes applizieren und dann in a) substituieren. Eine bessere Überlegung muß aber zu der Ansicht führen, daß man in der Gleichung a) nur das Verhältnis von Energien oder Potenzialen erblicken kann, deren Provenienz jedoch genau umschrieben erscheint.

Man könnte auch S gleich Eins setzen und unter Festhaltung dieser Einheit für a)

$$\text{b)}\quad \frac{M R^2 \Theta^2}{m r^2 \tau^2} = \frac{r}{R} \quad \text{oder auch} \quad \frac{M R \Theta^2}{m r \tau^2} = \frac{r^2}{R^2}$$ schreiben und

so die bezüglichen, auf Oszillationszustände sich beziehenden Massenenergien nach dem dritten Gesetze Keplers, beziehungsweise die Massenzentripetalbeschleunigungen nach dem Coulombschen oder auch nach dem Gravitationsgesetze darstellen.

Dasselbe ist auch hinsichtlich der Bewegungsgleichungen

$$\text{c)}\quad \frac{M R^3 \eta^2}{m r^3 \mu^2} = \frac{M R^3 t_s^2}{m r^3 T_s^2} = \left\{ 7{\cdot}4160358 \right. \text{ und}$$

$$\text{d)}\quad \frac{M R \eta^2}{m r \mu^2} = \frac{r^2}{R^2}$$ (den Wert nach c) gleich Eins gesetzt), zulässig.

Durch Dividieren von a) und c) oder auch b) und d) findet man

$$\text{e)}\quad \frac{\Theta^2 \cdot \mu^2}{\tau^2 \gamma_1^2} = n^2 \frac{\Theta^2}{\tau^2} = \sqrt{k} = \sqrt{\frac{r^3 \mu^2}{d^3 \lambda^2}} = \Big\{ 1{\cdot}2344056.$$

Die vorstehenden Gleichungen drücken also zwar bloß Verhältnisse und keine absoluten Größen, hingegen aber auch das Verhältnis gewisser Bewegungsintensitäten zu den Oszillationen aus, welchen die bewegten Massen kontinuierlich unterworfen sind.

Die Physik mißt Kräfte durch die Bewegungen, die sie verursachen, auch durch die Energien, die diesen Bewegungen entsprechen, endlich auch durch Oszillationen, wie z. B. hinsichtlich der Gravitas und der Pendelschwingung, der Spannung einer Violinsaite und ihrer Schwingungen (oder ihres Tones) rc. rc.

Hinsichtlich der elektrischen Phänomene, die bald auf Anziehung, bald auf Abstoßung beruhen, wie nicht minder alle magnetischen Wirkungen, stützt sich die Physik auf das Coulombsche Kraftgesetz, welches vom Gravitationsgesetze kaum zu unterscheiden ist oder nur dann, wenn man erwägt, daß dieses letztere nur Anziehungskräfte, jenes aber anziehende und abstoßende Kräfte kennt; daß das eine Gesetz elektrische Mengen und magnetische Massen, das andere aber nur Massen genauer genommen, den Gesetzen der Schwere ganz ausgesprochen unterworfene Massen (Materien) in Betracht zieht.

Die Coulombsche Drehwage ist vom Studium der Physik her sehr gut bekannt. Um durch ihren Ausschlag, durch den Ablenkungswinkel ihrer Magnetnadel, die elektrische Intensität oder Kraft als Ursache der Ablenkung zu messen, muß man die richtende Kraft durch den Erdmagnetismus, dessen Ursprung vielleicht noch ebensowenig erkannt ist als bislang die Ursache der Ebbe und Flut des Weltmeeres, berücksichtigen, eine gewisse Menge an Elektrizität als Einheit wählen, diese seitlich und in der Schwingungsebene der Nadel in solcher Entfernung auf diese einwirken lassen, bis deren Elongation ihr Maximum erreicht, und die gedachte Entfernung wieder durch eine gewählte Maßeinheit messen, um dann hieraus das maßgebende Kraftgesetz für bestimmte Mengen von Elektrizität zu gewinnen.

Während wir mittels der gewöhnlichen Wage Gewichte durch Gewichte und deren statischen Gleichgewichtszustand messen, messen wir elektrische Mengen wieder durch elektrische Mengen, vielmehr durch Vergleichung ihrer Wirkungen in bezug auf eine Einheit rücksichtlich der Menge und Entfernung.

Coulomb fand mittels der Drehwage, daß der Elongationswinkel der Magnetnadel mit der elektrischen Menge in direkt proportionalem Verhältnis

steht, und daß man die Anziehung zweier Elektrizitätsmengen e und e_1 in der Entfernung r durch

$$F = \frac{e\, e_1}{r^2} \text{ erhält.}$$

Es ist dies das Coulombsche oder elektrostatische Kraftgesetz.

Denkt man sich an der eben erwähnten Drehwage die Magnetnadel durch eine mittels eines Metalldrahtes aufgehängte Hülse ersetzt, in welche ein Magnetstab eingeschoben wurde, so hat man im Prinzip ein Magnetometer vor Augen. Die Messung der Stärke, der magnetischen Kraft, eines Magneten erfolgt nun im Prinzip auch wieder wie mit der Drehwage, nämlich durch den Elongationswinkel des im erdmagnetischen Meridian aufgehängten Magnetstabes infolge der Einwirkung eines Magneten bestimmter Stärke in bestimmter Entfernung. Der erstere Magnet besitzt aber eine Masse sowie auch der auf seine magnetische Kraft zu untersuchende Magnet. Wir gehen über gewisse Rechnungen hinweg, doch ist es klar, daß es sich um das Drehungsmoment einer magnetiichen, freischwebenden Masse infolge der ablenkenden Wirkung einer zweiten magnetischen Masse handelt und im Prinzip um Vorgänge, die den Vorstellungen über das metaphysische Prinzip der Massenattraktionen, jedoch betreffs einer Drehbewegung, derart gleichen, daß man fast meinen könnte, wir hätten hinsichtlich dieses Prinzips in den früheren Ausführungen dach ein schweres Unrecht begangen.

Unserem Vorsatz gemäß, können wir über dieses scheinbare Unrecht in Kürze nur folgendes sagen:

In dem Verhalten zwischen Licht- und Wärmestrahlen besteht nach der Physik gar kein Unterschied, auch nicht hinsichtlich der Gesetzmäßigkeit (nicht Intensität) ihrer Fortpflanzung. Die elektrischen Einflüsse und Kräfte lassen sich, so sagt die Wissenschaft, nicht auf unvermittelte Fernwirkungen zurückführen. Gleich den Licht- und Wärmewellen gibt es auch elektrische Wellen. Alle diese Wellen unterscheiden sich nur durch ihre Wellenlänge und durch ihre Wirkungen auf unsere Sinne (sehen und empfinden).

Wir erzeugen durch Magnete elektrische Ströme und durch diese wieder Magnete (Elektromagnete). Eine von einem elektrischen Strom durchflossene Drahtspule verhält sich genau so wie ein Magnet und einen solchen können wir wieder als einen gewöhnlichen Eisenstab betrachten, um dessen Achse, ihrer Länge nach und stets senkrecht zur selben (ideelles Selenoid), ein elektrischer Strom zirkuliert.

Gegen elektrische und magnetische Einwirkungen schützt bekanntlich nicht einmal jedwede Scheidewand oder Abschließung (Versuche über elektrische Wellen).

Die Elektrizität, so lehrt die Physik, sitzt nicht in den Leitern oder auf den elektrischen Kondensatoren, sondern in den dieselben umgebenden Hüllen, in den Isolatoren (nach Faraday Dielektrika benannt). Auch haben wir schon früher darauf hingewiesen, daß nach der theoretischen Physik in normaler Richtung zu den in einer Ebene (Planwellen) sich fortpflanzenden elektrischen Wellen magnetische Änderungen eintreten.

Betrachtet man die Hüllen der kosmischen Körper als Isolatoren oder als Dielektrika, dann spielen sich also alle elektrischen Änderungen und Vorgänge in diesen ab, für die Erde im speziellen in ihrer Atmosphärenhülle, und wir können dann ebensogut auch alle magnetischen Änderungen, wie auch den sogenannten Erdmagnetismus, in diese Hülle selbst verlegen, zumal magnetische Änderungen in derselben weit näher liegen, als solche innerhalb und unterhalb der festen Erdkruste, die man übrigens auch auf elektrische Influenz und Induktion zurückführen kann.

Es ist angezeigt, hier an die französische Benennung der Pole der Magnetnadel zu denken, die der bei uns üblichen entgegengesetzt ist. Unter Berücksichtigung dieses Umstandes stellt sich die Magnetnadel am magnetischen Nordpol der Erde mit dem Südpol und der Nordpol der Nadel gegen den magnetischen Südpol der Erde (Inklination der Magnetnadel). Diese und die analoge Erscheinung am magnetischen Äquator weist dann auf Kreisströme in der Erdhülle hin.

Das Magnetometer führt hinsichtlich der Anziehung F zweier magnetischer Massen m und m_1 in ihrer Entfernung r zu dem früheren analogen Gesetz

$$F = \frac{m\,m_1}{r^2}.$$

Wie der Ingenieur, der etwa eine Wasserleitung installieren oder eine chalorische Maschine bestimmter Leistungsfähigkeit konstruieren soll, gewisser Rechnungsgrößen und Erfahrungskoeffizienten bedarf, ebenso ist es für den Elektrotechniker unerläßlich, über analoge Größen und experimentell festgestellte Erfahrungsdaten zu verfügen, wenn die Stromleitungen entsprechen und jene elektromotorische Kraft liefern sollen, die, durch Rechnung festgestellt, als notwendig gefordert wird.

Durch chalorische wie auch durch elektromotorische Kräfte sind terrestrische, d. h. der Schwerkraft unterliegende Massen, also kurzweg Gewichte zu bewegen.

Unter Kraft oder Gewicht versteht man aber das Produkt aus der Masse und der Beschleunigung, welche sie durch die Kraft erhält. Wir können die Kraft auch noch anders definieren. Um einer bestimmten Masse eine bestimmte Geschwindigkeit zu erteilen und in

derselben dauernd zu erhalten, ist eine konstant wirkende, unveränderliche Kraft erforderlich, also eine **konstante Kraft**. Eine solche Kraft messen wir aber durch die Beschleunigung, welche sie der Masseneinheit in der Zeiteinheit erteilt.

Diese Definition weicht von jener der Physik oder auch von jener der analytischen Mechanik ab; sie deckt sich aber mit derselben vollständig, wenn wir an einen gleichmäßigen oder konstanten Bewegungswiderstand der bewegten Masse denken, der fortgesetzt überwunden sein will (wie etwa das Gewicht und die Reibung eines Straßenbahnwagens), wenn die Masse (der Wagen) sich mit stets gleicher Geschwindigkeit bewegen soll.

Für das Messen elektromotorischer Kräfte wurde die Zeitsekunde als Zeiteinheit, das Gramm als Gewichtseinheit und die Geschwindigkeit von 1 *cm* pro Sekunde als absolute Einheit der Beschleunigung fortgesetzt.

In diesem Maßsystem (C. G S.-System) ist also die Krafteinheit nicht das Meter-Kilogramm, sondern jene, welche der Masse 1 *g* die Einheit der Beschleunigung (1 *cm* pro Sekunde) erteilt und welche „1 Dyne" bezeichnet wird. In dem eben erwähnten System werden also alle Kräfte nach „Dynen" gemessen.

Bezeichnet g wieder die Gravitas oder die Fallbeschleunigung, so ist das Kilogramm, als sonst übliche Krafteinheit, gleich „$10^5.g$ Dynen".

Die geleistete mechanische Arbeit wird, wenn die Kraft stets in der Richtung der bewegten Masse wirkt, durch das Produkt aus der Kraft und dem Weg, welchen die Masse oder auch der Angriffspunkt der Kraft zurückgelegt hat ($A = P.s$), gemessen.

Im C. G. S.-System ist als Arbeitseinheit jene angenommen welche die Krafteinheit (1 Dyne) leistet, indem sie die angegriffene Masse um 1 *cm* verschiebt. Diese Arbeitseinheit nennt man „1 Erg.".

Das sonst für Messungen der geleisteten Arbeiten übliche Kilogramm-Meter hat somit „10^7g. Erg.".

Wir können, weil es zu weit führen würde, das berührte Maßsystem nicht vollständiger behandeln. Die vorstehenden Ausführungen genügen aber, um, ohne nachschlagen zu müssen, wahrzunehmen, daß alle Maßeinheiten sich auf die Gravitas beziehen und daß speziell mehrere dieser Einheiten des C. G. S.-Systems in dem Verhältnis nach Potenzen von 10, der Basis des Brigg'schen Logarithmen, stehen.

Das **elektromagnetische Maßsystem** stützt sich auch auf das Biot-Savart'sche Gesetz: „Die magnetische Kraft, die ein Stromkreis ausübt, ist gleich der Kraft, welche ein kurzer Magnetstab ausüben würde, der senkrecht durch die Fläche des Stromkreises hindurchgesteckt ist und dessen

Moment (magnetisches Moment) gleich dem Produkt aus der Stärke des Stromes und der Größe der vom Strom umflossenen Fläche ist."

Die Einheit der Stromstärke hat jener Strom, welcher, wenn er 1 cm^2 Fläche umfließt, magnetisch so wirkt wie ein Magnet, dessen magnetisches Moment gleich der Einheit ist. Die Einheit der Stromstärke wird aber gleich dem 10. Teil dieser Einheit angenomen und „1 Ampere" genannt. Die Einheit der Elektrizitätsmenge ist „1 Coulomb", d. h. jene Elektrizitätsmenge, die durch einen Querschnitt des Leiters fließt, der in der Sekunde 1 Ampere erzeugt. Eine Amperestunde hat 60 × 60 = 3600 Coulomb und 1 Volt × 1 Ampere ist gleich „1 Watt", sonach

1 Volt × 1 Ampere $= \frac{1}{736}$ P. S. (Pferdekräfte), 1 Volt die Einheit der elektromotorischen Kraft und 1 Volt-Ampere gleich 1 Watt.

Die elektromotorische Kraft beruht auf der Differenz zweier Spannungen, die man sich auch als ein Gefälle vorstellen kann, und es ist die Einheit der Spannung gleich der Einheit der elektromotorischen Kraft, d. h. gleich 1 Volt.

Nach dem Ohm'schen Gesetz ist der Widerstand eines Stromkreises gleich seiner elektromotorischen Kraft dividiert durch die Stromstärke. Die Einheit des Widerstandes ist „1 Ohm" und sonach

$$1 \text{ Ampere} = \frac{1 \text{ Volt}}{1 \text{ Ohm}} \text{ oder } 1 \text{ Volt} = 1 \text{ Ampere} \times 1 \text{ Ohm}.$$

Unter der Kapazität eines Leiters versteht man das Verhältnis seiner Elektrizitätmenge zu seiner Spannung.

Die Einheit der Capazität ist jene, wenn der Leiter mit der Einheit der Elektrizitätsmenge (1 Coulomb) geladen ist und die Spannung 1 Volt besitzt. Man nennt diese Einheit „1 Farad" (Faraday) und es ist

$$1 \text{ Farad} = \frac{1 \text{ Coulomb}}{1 \text{ Volt.}}$$

Indem wir betreffs aller elektrischen und elektromagnetischen Maßeinheiten auf die verschiedenen Lehrbücher über Elektrizität verweisen, wollten wir im vorstehenden nur dem Gedächtnis zu Hilfe kommen, ein etwa umständliches Nachlesen und Nachschlagen ersparen und das hervorkehren, worauf wir später wieder zurückkommen müssen.

In jedem einfachen Stromkreis hat der galvanische Strom eine gewisse Stärke, und zwar an allen Stellen des Stromkreises dieselbe.

Zur Bestimmung der Stromstärke durch Untersuchung, wieviel Knallgas, Kupfer oder Silber der Strom von 1 Ampere in der Sekunde aus einem

Voltameter abscheidet, sowie auch der durch einen elektrischen Strom erzeugten Wärmemenge bestehen besondere Verfahren, auf die wir hier nicht einzugehen brauchen. Doch müssen wir hier hervorheben, daß zur Messung der Stromstärke von Siemens und Halske ein Galvanometer konstruiert wurde, welcher jene in Milli-Volt-Ampere direkt anzeigt. Auf diesen Umstand werden wir nämlich später bei den Dimensionsgleichungen des C. G. S.-Systems wieder zurückkommen.

Da wir auf weitläufige und bereits bekannte Theorien nicht eingehen können, so berufen wir uns auf die gewiß gut bekannte theoretische Physik von Dr. Gustav Jäger der Sammlung Göschen, speziell auf den III. Teil, § 48.

Der Autor sagt:

„Wir sind in der Lage, alle uns aufstoßenden physikalischen Größen durch die **absoluten Einheiten der Länge, Masse** und **Zeit** auszudrücken, nnd wir nennen die so erhaltenen neuen Einheiten die **abgeleiteten.** Die Formel, welche uns die Zusammensetzung einer abgeleiteten Einheit aus den absoluten gibt, nennen wir die **Dimension der abgeleiteten Einheit.** So wird z. B. eine Kraft dargestellt durch das Produkt einer Masse [M] und einer Beschleunigung. Die Beschleunigung ist aber eine Geschwindigkeit, dividiert durch eine Zeit [T], die Geschwindigkeit wiederum eine Länge [L], geteilt durch eine Zeit. Die Dimension der Kraft ist also $\frac{[L\,M]}{[T^2]}$, was man jedoch gewöhnlich in der Form $[L\,M\,T^{-2}]$ schreibt."

„**Die Kraft, mit welcher sich zwei Elektrizitätsmengen** e **und** e′ in der Entfernung r **anziehen,** ist gegeben durch:

$$F = \frac{e\,e'}{r^2}$$ (Coulomb'sches Gesetz).

Drücken wir sie in Form einer Dimensionsgleichung aus, so haben wir für die **anziehende Kraft** [e]:

1) $[e] = [L^{3/2}\,M^{1/2}\,T^{-1}]$;

für das **elektrostatische Potenzial** Ψ:

2) $[\Psi] = [L^{1/2}\,M^{1/2}\,T^{-1}]$;

für die **Kapazität** C:

3) $[C] = [L]$;

für die **Dimension einer magnetischen Masse** [m]:

4) $[m] = [L^{3/2}\,M^{1/2}\,T^{-1}]$;

für die **Wirkung eines Stromelementes auf einen Magnetpol** [i]:

5) $[i] = [L^{1/2}\,M^{1/2}\,T^{-1}]$;

für das Produkt aus Stromstärke und Zeit oder für **die Elektrizitätsmenge** [e]:

6) $[e] = [L^{1/2}\,M^{1/2}]$.

Die durch den Strom in der Zeiteinheit entwickelte **Wärmemenge** w i^2 hat die Dimension einer Energie, dividiert durch eine Zeit, also einer Kraft multipliziert mit einem Weg, geteilt durch eine Zeit, folglich

7) $[w\, i^2] = [L^2\, M\, T^{-3}]$, woraus folgt:

8) $[w] = [L\, T^{-1}]$, da nach dem Ohmschen Gesetz $i = \frac{e}{w}$ ist.

Für die **Dimension der elektromotorischen Kraft** [E] haben wir somit:

9) $[E] = [L^{3/2}\, M^{1/2}\, T^{-2}]$."

„Vergleichen wir die im **elektrostatischen** und die im **eleoktromagnetischen** Maß gemessene Größen, so zeigt sich die auffallende Erscheinung, daß eine und dieselbe Größe, nach den verschiedenen Systemen gemessen, verschiedene Dimensionen hat. So fanden wir im elektromagnetischen Maß für die Dimensionen der Stromstärke nach 6):

A) $[e] = [L^{1/2}\, M^{1/2}]$, im elektrostatischen Maß hingegen nach 1)

B) $[e] = [L^{3/2}\, M^{1/2}\, T^{-1}]$.

Das Verhältnis der letzteren zur ersteren ist:

10) $V = [L\, T^{-1}]$, hat also die Dimension einer Geschwindigkeit.

Messen wir eine Elektrizitätsmenge einmal mit der Coulombschen Drehwage, das andere Mal mit dem Galvanometer, so erhalten wir sie in den zwei verschiedenen Systemen gemessen und es zeigt sich, daß ihr Verhältnis

$$10_x)\ V = 3.10^{10}\ \frac{cm}{sek.} = V_x$$

d. i. gleich der Lichtgeschwindigkeit ist", die hier stets mit V_x bezeichnet wurde.

„Wie die Elektrizitätsmengen stimmen auch die übrigen elektrischen Größen, die Energie ausgenommen, in beiden Systemen gemessen, in ihren Dimensionen nicht überein, und zwar ist das Verhältnis natürlich immer eine Potenz der Lichtgeschwindigkeit V_x"; damit natürlich auch eine von 10.

An den Gleichungen 1) bis 10) wollen wir nun eine kleine Transformation vornehmen.

M bezeichne eine Masse und nunmehr speziell jene der Erde.

L bezeichnet eine Länge. Wir werden hiefür R schreiben, welches bisher immer als mittlerer Vektor der Bahn der Erde um die Sonne galt; R drückt dann im Sinne obiger Theorien gleichzeitig eine **Kapazität** aus (Gleichung 3).

Die negative Potenz der Zeit T wird positiv, wenn wir sie in den Nenner eines Bruches

$\left(\frac{1}{T}\right)^x$ oder auch $\left(\frac{360^0}{T}\right)^x$ setzen, und da ferner

$\frac{360^0}{T^{Sek}} = \eta$ gesetzt wurde, so ist $\left(\frac{360}{T}\right)^x = \eta^x$.

Wir haben demnach, ohne die Bedeutung der elektrostatischen und elektromagnetischen Größen, wofür 1) bis 10) maßgebend bleiben, nochmals zu wiederholen, die korrespondierenden Gleichungen:

$1_a)\ [e] = \sqrt{M R^3 \eta^2}$
$2_a)\ [\Psi] = \sqrt{M R \eta^2}$
$3_a)\ [c] = R$

Aus dem elektrostatischen Kraftgesetz: $F = \frac{e\, e^1}{r^2}$ abgeleitet.

$4_a)\ [m] = \sqrt{M R^3 \eta^2}$
$5_a)\ [i] = \sqrt{M R \eta^2}$
$6_a)\ [e] = \sqrt{M R}$
$7_a)\ [w\, i^2] = M R^2 \eta^3$
$8_a)\ [w] = R \eta$
$9_a)\ [E] = \sqrt{M R^3 \eta^4}$

Nach dem elektromagnetischen Kraftgesetz: $F = \frac{m . m^1}{r^2}$.

$10_a)\ V = R \eta = \frac{1_a)}{6_a)}$

Denkt man sich an Stelle von $M R \eta$ wieder $m\, r\, \mu$ geschrieben, so besitzen wir die analogen Gleichungen 1_b) bis 9_b), die wir, auf die Bewegung des Mondes um die Erde sich beziehend, im Auge behalten können.

Wir sind nunmehr auch in der Lage, das zuvor erwähnte merkwürdige Verhältnis zwischen den obigen Gleichungen A) und B) zu umschreiben, nachdem dasselbe jenem der Gleichungen 1_a) und 6_a) gleich ist und sich mit

$\sqrt{\frac{M R_3 \eta^2}{M R}} = R \eta$, gleich dem Bogen herausstellt, den die Erde in ihrer kreisförmigen Bahn um die Sonne durchläuft, oder so viel als eine Geschwindigkeit, die in 8_a) auch als der in einem elektrischen Strom in der Zeiteinheit sich geltend machende Widerstand (als Reaktion der Bewegung $R \eta$) definiert erscheint.

Die Gleichung 7_a) gibt endlich die durch den bezüglichen elektrischen Strom in der Zeiteinheit erzeugte Wärmemenge. Die Einheit der Masse

nach dem C. G. S. = System wurde früher angeführt; es würde sich also nur darum handeln, die Erdmasse M nach dieser Einheit ausgedrückt zu kennen.

Durch die in den obigen Gleichungen bewirkte Transformation oder durch die Einführung kosmischer Größen an Stelle jener des elektrostatischen und elektromagnetischen Maßsystems sind wir aber, was sehr wichtig ist, nicht zu jener Folgerung gelangt, die sich aus den Gleichungen A), B), 10) und 10_a) ergeben soll. Hierauf wollen wir später näher eingehen.

Drücken wir zunächst nach 10_a) $R\,\eta$ in Zentimeter für die Zeitsekunde aus und setzen wir wie zuvor an Stelle der Zahl deren Logarithmus an, was wieder durch Vorsetzung einer Klammer angedeutet wird, so findet man:

$R\,\eta\,\frac{cm}{sek} = \{$ 8·2243695 und für die bereits angenommene Lichtgeschwindigkeit V_x in Zentimeter

$V_x{}^{cm} = \{$ 10·4769361, demnach:

$\frac{V_x{}^{cm}}{R\,\eta\,\frac{cm}{sek}}\ \{$ 2·2525666, während das Quadrat des Verhältnisses der Umlaufszeiten der Erde und des Mondes

α) $\left(\frac{T_s}{t_s}\right)^2 = n^2 = \{$ 2·2521812 gibt. Nach der Mechanik verhalten sich aber die Quadrate der Umlaufszeiten wie umgekehrt oder die Quadrate der Tourenzahlen wie die Zentralkräfte, die man als Ursache einer gleichförmigen Kreisbewegung bei gleichem Radius und gleicher Masse, jedoch verschiedener Winkelgeschwingkeit betrachtet. Hiemit ist aber auch der Standpunkt der Energetik definiert, d. h. er beruht auf dem Begriff des Quadrates der Zeiten oder Geschwindigkeiten rücksichtlich der Masseneinheit.

Wir können also mit Beruhigung

β) $\frac{V_x{}^{cm}}{R\,\eta\,\frac{cm}{sek}} = n^2$ setzen und (nach Maxwell) als eine Dielektrizitätskonstante betrachten, n aber (nach der Lichttheorie) als einen Brechungsexponenten oder auch als jenen einer optischen Dichte.

Nun ist aber auch

γ) $\frac{\delta}{\Theta} = n^2$ stets gesetzt worden; δ ist die Drehung oder Beschleunigung in der Mondbahn während eines siderisches Umlaufes, auf einen absoluten Fixpunkt, den Widderpunkt (♈), bezogen, desgleichen Θ für die Drehung der Apsidenlinie der Erdbahn.

In der früher aufgestellten Lichtgeschwindigkeitsgleichung

$$\delta)\ V_x^{km} = \frac{R\,n}{r\,\Theta}$$ kommen nunmehr nach 3), 3_a) und 3_b) auch die Kapazitäten R und r vor, die wir nach dem elektrostatischen System auf die Sonne und die Erde, dieselben etwa als elektrisch geladene Kugelkondensatoren betrachtend, beziehen müssen, rücksichtlich der hier im Auge zu behaltenden relativen Zentralbewegungen aber auf die Erde und den Mond. In letzterer Beziehung ist es vorteilhaft, wieder daran zu denken, daß wir es mit der Bewegung eines Doppelgestirnes zu tun haben, welche im allgemeinen die Sonne bestreitet und wobei der Mond ein Massenteil der Erde ist, jedoch mit bloß geringerer Drehgeschwindigkeit um deren Achse, u. zw. entsprechend dem dritten Gesetze Keplers, welches sowohl in 1_a) wie in 4_a) wieder zu Tage tritt. Diese zwei letzteren Relationen beruhen aber auf einen und demselben Kraftgesetze, d. i. auf dem Coulombschen oder auch auf dem Gravitationsgesetz.

Das dritte Gesetz Keplers liegt also in diesen beiden Gesetzen und umgekehrt diese in jenem. Wir haben Newton gegenüber kein Unrecht begangen.

Die Massen M und m haben wir weiters durch Beschleunigungen, die in den Entfernungen R und r bestehen, d. i. durch

$$a)\ \frac{M}{m} = \frac{r\,\delta^2}{R\,\Theta^2}$$ definiert. Diesen Zentripetalbeschleunigungen der Masseneinheiten entsprechen nunmehr Kapazitäten, deren Potential etwa durch die Dielektrizitätskonstanten δ und Θ gehoben erscheint, beziehungsweise herabgedrückt, da Θ kleiner als Eins ist.

Die Massen verhalten sich nach a) wie umgekehrt das Produkt ihrer Kapazität und des Quadrates der Dielektrizitätskonstanten.

Fügen wir den Größen links des Zeichens in den Relationen 1_a) bis 9_a) die Weiser e und m bei, je nachdem wir jene auf die Erde oder den Mond beziehen, so erhalten wir nach 2_a) und 5_a)

$$11)\ \frac{[\Psi_e]}{[\Psi_m]} = \frac{[i_e]}{[i_m]} = \sqrt{\frac{M\,R\,\eta^2}{m\,r\,\mu^2}} = \sqrt{\frac{\delta}{\Theta}} = n,$$ wobei wir vom elektrostatischen oder elektrodynamischen Kraftgesetz ausgehen können, d. h. die bezüglichen elektrostatischen Potentiale und die bezüglichen Stromstärken in Betracht ziehen können. Damit treten also die Umlaufszeiten des Doppelgestirnes in das Verhältnis elektrostatischer Potentiale oder der Stärke elektrischer Ströme. Dieses Verhältnis gleicht aber fast vollständig jenem der Oberflächen des Doppelgestirnes

$$\frac{F_e}{F_m} = \frac{d^2}{\Delta^2} = n,$$ und der Mond bewegt sich mit der Erde um die Sonne im allgemeinen im Äther gleicher Dichte und Geschwindigkeit.

Das Verhältnis der mittleren Massenzentripetalkräfte in der Bewegung der Erde und des Mondes haben wir stets mit

b) $\frac{M R \eta^2}{m r \mu^2} = n^2$ angesetzt. In voller Übereinstimmung dieser Gleichung mit jener 11) erhält man auch aus 7_a) für das Verhältnis der in der Zeiteinheit durch den bezüglichen Strom entwickelten Wärmemengen

12) $\frac{[w\, i_e^2]}{[w\, i_m^2]} = \frac{R}{r}\, n$ und analog für jenes der elektromotorischen Kräfte:

13) $\left[\frac{E}{E_m}\right] = \sqrt{\frac{M R^3 \eta^4}{m r^3 \mu^4}} = \frac{R}{r}$. (Verhältnis der Kapazitäten.)

Die Gleichungen 11) bis 13) besagen also hinsichtlich des binären Systems Erde-Mond:

Die Stromstärken verhalten sich wie die Umlaufszeiten oder das elektrostatische Potential; die bezüglichen Wärmemengen wie das Produkt aus Kapazität und Umlaufszeit und die elektromotorischen Kräfte wie die Kapazitäten.

In der Theorie der Dielektrika spielt der Ausdruck $1 + 4\pi . k$ seine Rolle (Jäger, §. 17. u. 18.), wobei k eine Konstante ist und die sogenannte „Elektrisierungszahl" vorstellt. Denkt man sich k gleich Eins gesetzt, so ist

$1 + 4\pi = 13{\cdot}566 = \{\, 1{\cdot}1324518$ und fast gleich $n = 13{\cdot}369 = \{ 1{\cdot}1260906$, dem Verhältnis der theoretischen Tourenzahl des Mondes (n) während eines Umlaufes der Erde um die Sonne. Zum Schluß des § 18. ist somit n als Dielektrizitätskonstante definiert. (Siehe oben betreffs der Definitionen nach Maxwell und nach der Lichttheorie — Refraktion des Lichtes.) Doch denke man nicht an Widersprüche, sondern an Klarlegung verwickelter Verhältnisse.

Die Lichtgeschwindigkeit fällt etwas größer aus, wenn wir sie durch

$\frac{M r^2}{m d^2} = 304545{\cdot}4\ km = \{\, 5{\cdot}4836521$ ausdrücken wollten,

also durch das Massenverhältnis der Erde und des Mondes und die Entfernung des Mondes in Erdhalbmessern oder im Sinne des Gravitationsgesetzes.

Die theoretische Physik von Dr. Jäger gebraucht (§ 10. u. 18.) gewisse Größenbezeichnungen, die wir an die Spitze stellen wollen, während die hier in den früheren Kapiteln aufgestellten dynamischen Gleichungen Größen enthalten, welche an die Stelle der ersteren treten können und in Klammern angeführt werden. Es bedeutet dann:

$E\ E_m$ die Elektrizitätsmenge (M, m)

$\alpha\ \alpha_m$ den Halbmesser des Kugelkondensators (d, Δ)

$\sigma\ \sigma_m$ die Dichte der Elektrizität auf den Kondensatoren (g, g_m)

$V\ V_m$ das Potential der letzteren.

Für das Verhältnis der beiden Potentiale, die der Erde und dem Monde zukommen, hat man ($\Delta = 1742\ km$, $g = 9{\cdot}81\ m$)

$$14)\quad \frac{V}{V_m} = \frac{M\,d\,g}{m\,\Delta\,g_m},$$ wobei g_m gleich Eins ist.

Die Rechnung gibt

$$15)\quad \frac{V}{V_m} = \{\ 3{\cdot}4766965\ \} = \left[\frac{V_x}{10^2}\right]$$ hierin V_x in *km* und für

$$c)\quad \frac{M\,R\,\Theta^2}{m\,r\,\tau^2} = \{3{\cdot}4865868.$$ Die Differenz zwischen den beiden letzten Gleichungen muß auf die Schwankungen in den Bahnexzentrizitäten und auf die bezüglichen parallaktischen Gleichungen zurückgeführt werden. Durch Dividieren mit

$$\sqrt[3]{\frac{t_1}{t_a}}$$ verschwindet dieselbe nahezu.

Damit wäre nach 14) und 15) der Begriff der Masse (M, m), jener der relativen Massenverdichtung (g, g_m) bis zur Dimension d, beziehungsweise Δ in die Elektrostatik hineingetragen.

Bezeichnet (§ 55, nach Dr. Jäger) B das Potential einer Belegung (eines Dielektrikums), K die Dielektrizitätskonstante und δ (§ 12) die Entfernung der beiden Platten eines Kondensators, zwischen welchen sich das Dielektrikum befindet, somit die Dimension des Dielektrikums, eigentlich dessen optische Dichte, so ändert sich die Dichte (σ) der Elektrizität und es ist

$$\sigma = \frac{K\ B}{4\pi\,\delta}.$$ Beziehen wir nun diese Gleichung zunächst auf den Kondensator „Erde“, jene

$$\sigma_m = \frac{K_m\,B_m}{4\pi\,\delta_m}$$ auf den Kondensator „Mond“,

so erhalten wir

$$\frac{\sigma}{\sigma_m} = \frac{\frac{K.B}{\delta}}{\frac{K_m\,B_m}{\delta_m}}$$ nnd schreiben wir:

$$\frac{K.B}{\delta} = M\,E\,\tau,$$ analog

$\frac{K_m . B_m}{\delta_m} = m\,e\,\delta$, worin aber δ nunmehr wieder den Winkel bedeutet, um welchen sich die Apsidenlinie der Mondbahn bei jedem siderischen Umlauf im Sinne der Mondbewegung dreht, so erhalten wir dann:

17) $\frac{\sigma}{\sigma_m} = \frac{M\,E\,\tau}{m\,e\,\delta} = n^2 = \frac{\delta}{\Theta}$, ein Resultat, welches mit jenem der früheren Gleichung b) sowie mit den Gleichungen α), β) und γ) übereinstimmt, aber auch mit jener 11), zieht man aus 14) die Quadratwurzel im Sinne aller elektrischen Intensitätsgesetze, ausgenommen jene nach 3_a) und 8_a). Wir können uns danach auch E und e, also die linearen Bahnexzentrizitäten als Dielektrika bestimmter Dimension oder auch optischer Dichte ansehen, δ und τ als relative Schwankungen in der Entfernung der Platten des Kondensators, hervorgehend aus den Oszillationen oder auch Beschleunigungen in den Bahnen, was aus

17) $\frac{\sigma\,\Theta}{\sigma_m\,\tau} = \frac{M\,E\,\Theta}{m\,e\,\delta} = \frac{M\,E}{m\,e\,n^2} = 1$ sofort klar hervorgeht und

worauf wir hier zurückkamen, um zu zeigen, daß wir uns im Sinne der **Hypothese von Huyghens** die Erde und den Mond tatsächlich von einer **materiellen Ätherhülle bestimmter Mächtigkeit** umgeben vorstellen können, welche mit ihrer gegen das Massenzentrum zunehmenden Dichte, Drehgeschwindigkeit und Energie die Rolle eines Dielektrikums spielen.

In 17) erscheinen Θ und δ so gut wie als Koeffizienten der Dichte der Elektrizität, auch im Sinne der Dielektrika wirksam und von E und e abhängig.

Die Dielektrika steigern die Kapazität eines bestimmten Kondensators und dem entspricht:

18) $\frac{R\,\Theta}{r\,\delta} = \frac{R\,\eta^2}{r\,\mu^2} = \frac{E\,\tau}{e\,\delta} = \frac{E}{r\,\delta'}$, das Verhältnis der mittleren Zentripetalbeschleunigung der Masseneinheit.

Bevor wir fortfahren, müssen wir hier eine kleine Betrachtung anstellen. Es wurde bereits des öfteren erwähnt, wie die Differenz gewisser Gleichungen nur auf die gemeinsame Nutationsbewegung der Erde und des Mondes zurückzuführen ist, wodurch alle einer streng Keplerschen Bewegung der Erde und des Mondes entspringenden Beobachtungsresultate alteriert werden müssen. Die Konsequenz erheischt es, weiter zu schließen und selbst die großen Mittelresultate der beobachtenden Astronomie nicht als vollkommen genau anzusehen, sonach auch nicht die von uns berechneten Größen R, r, Θ und τ der Erd- und Mondbahn und weiters auch jene, die wie $\mu = \Theta - \sigma$ sich auf die Präzession und Nutation beziehen. Aber wir kennen alle diese

Größen bereits so genau, daß sich ihre Wechselbeziehungen unverkennbar konstatieren lassen. Es fehlt uns aber noch der Sonnenhalbmesser. Wir haben denselben unter Zugrundelegung unseres mittleren Vektors R und der Angabe des Berliner astronomischen Jahrbuches streng im Sinne der bezüglichen astronomischen Gepflogenheit mit

$$D^{km} = \Big| \; 5{\cdot}8348571$$ gefunden.

In den früheren Betrachtungen über die astronomische Ermittlung des Massenverhältnisses der Sonne und der Erde haben wir dasselbe mit

$$d) \quad \frac{S}{M} = \frac{R^3 \Theta^2}{r^3 \tau^2} = \Big| \; 6{\cdot}7280063$$ richtiggestellt.

Es ist sonach

$$e) \quad \frac{S\,d^2}{D^2\,M} = \frac{G}{g} = \Big| \; 2{\cdot}6675773$$ und man kann sich zunächst im Sinne des Gravitationsgesetzes G als die Gravitas auf der Sonne vorstellen, obwohl, nebenbei bemerkt, auf der Sonnenoberfläche eher noch an eine Abstoßung als Anziehung von Materie gedacht werden müßte. Dieser Widerspruch wird aber wieder gegenstandslos, wenn wir an Flächenwirkungen und Flächendichten denken, mit welchen der Begriff „Kapazität" auch jener „elektromotorische Kraft" unzertrennlich verbunden ist.

Erinnern wir uns nun auch noch, daß es betreffs der Ermittlung gewisser astronomischer Hauptgrößen durch Beobachtung stets auf die Geschwindigkeit der Achsendrehung der Erde und auf ihre Bahngeschwindigkeit v ankommt. Es ist, analog zu G und g, in Meter per Sekunde gerechnet,

$$f) \quad v = \frac{2\pi R}{T} = \Big| \; 4{\cdot}4662469$$ und die Geschwindigket v_a eines Äquatorpunktes

$$g) \quad v_a = \frac{2\pi d}{86.164^s} = \Big| \; 2{\cdot}6674962.$$

Es ist also

$$h) \quad \frac{v}{v_a} = \frac{R.86164}{d.T_s\,86400} = \Big| \; 1{\cdot}7987508 \text{ u. } \frac{Mg.R\,\eta^2}{m\,g_m\,r\,\mu^2} = \Big| \; 2{\cdot}7985573$$

$$i) \quad \frac{R\,t_l}{E\,t_a} = \frac{t_l}{\Theta\,t_a} = \frac{t_l\,e}{t_a\,360^0} = \Big| \; 1{\cdot}7989932,$$ fast gleich $2 \times 10 \times \pi$.

Weiters findet man

$$k) \quad \frac{S\,d^2}{D^2\,M} \cdot g = \Big| \; 3{\cdot}6578868 \Big| = 10^3\,\frac{\sigma}{\mu}$$

$$l) \quad \frac{\Theta}{\mu} = \Big| \; 0{\cdot}7442579 \text{ gegenüber } \frac{\delta}{10\,\tau} = \Big| \; 0{\cdot}7432934$$

m) $\left(\frac{R\,\eta^2}{r\,\mu^2}\right)^2 = \left(\frac{R\,t_s^2}{T_s^2\,r}\right)^2 = \Big\{$ 0·6594922

n) $\frac{r\,T_s^3}{R\,t_s^3} = \frac{r}{R}\,n^3 = \Big\{$ 0·7963463

o) $\left(\frac{v_a}{k}\right)^4 = \frac{g}{g_0} = \Big\{$ 0·7947400 und

p) $\frac{M\,\Delta^2}{d^2\,m} = \frac{g}{g_0} = \Big\{$ 0·7952463 ($\Delta = 1742$ *km* gesetzt).

q) $t_s . \frac{m . r^2\,\mu^2 . \delta^2}{M . R^2\,\eta^2\,\tau^2} = \Big\{$ 0·0891834 gegenüber

r) $\frac{\Theta}{\sigma} = \Big\{$ 0·0862898.

Die Gleichungen e) und f) geben nun einen Aufschluß über das Verhältnis von Flächendichten und über G und g. Ob wir die Massen als elektrische Mengen oder auch als magnetische Massen betrachten, so sagt das Coulombsche Gesetz, daß deren Intensitätswirkung und Intensitätsfortpflanzung im Raum mit dem Quadrat der Entfernung abnimmt, und mit Bezug auf kugelförmige Körper, daß diese Intensitäten mit der Fläche einer beliebig entfernten konzentrischen Kugelfläche im umgekehrten Verhältnis stehen. Dasselbe besagen auch die Gleichungen p), o) und n), obwohl die beiden letzteren anderer Struktur sind als jene p) im Sinne von Flächendichten, da in o) und p) g_0 gleich Eins ist. In n) und o) müssen wir also Relationen erblicken, die das Gravitationsgesetz nicht aufzudecken vermochte, weil dasselbe mit dem Prinzip der Massenattraktion verwoben wurde.

Die Gleichungen k) und i) sprechen recht deutlich einerseits für die Keplersche Bewegung der Erde um die Sonne, an der ja auch der Mond teilnimmt, anderseits für die Nutationsbewegung dieses Doppelgestirnes hinsichtlich eines Beobachtungspunktes auf der Erdoberfläche.

Die Gleichung k) definiert auch den Zusammenhang zwischen Präzession und Nutation, jene l) zwischen der Drehung der großen Achse der Erdbahn, der Nutation und den Schwankungen in der Mondbewegung (Drehung und Exzentrizität der Mondbahn), jene m) das Verhältnis der mittleren Zentripetalbeschleunigungen, auch nahezu jenes $\frac{\sigma}{\mu}$, also den Zusammenhang zwischen Präzession und Nutation (wie in k) und in ihrer Schwestergleichung $\left(\frac{R\,\eta^2}{r\,\mu^2}\right)^3 = g = \left(\frac{E\,\tau}{e\,\delta}\right)^3$ den Zusammenhang zwischen den mitt-

leren Zentripetalbeschleunigungen, der Gravitas der Erde und den Oszillationsbewegungen des Doppelgestirnes in seiner Bewegung um die Sonne.

Die kleinen Differenzen zwischen den Gleichungen n) bis inklusive r) verlustrieren hinreichend die Inkommensurabilität aller Größen, eigentlich deren Schwankungen infolge der komplizierten elliptischen Bewegungen.

Über die Verhältnisse $\frac{G}{g}$ und $\frac{g}{g_m}$ sind wir, wenn wir unter g_m die Schwere auf dem Monde verstehen wollten, mangels empirischer Resultate nicht sicher, ob sie unbedingt im Sinne des Newtonschen Gesetzes zu deuten sind, wohl aber ganz sicher, daß sie das Verhältnis von Massen zu ihrer Oberfläche und deren Flächendichte darstellen, wenn jene des Mondes gleich Eins angenommen wird. Dasselbe war aber auch betreffs der Elektrisierungszahl $1 + 4\pi k$ (Dielektrizitätskonstante), der Dielektrizitätskonstanten und des Lichtberechnungsexponenten (siehe Gleichung β) der Fall.

Wir wollen nun auf das Ergebnis der Gleichungen A), B) und 10) zurückkommen.

Für diese letztere Gleichung erhalten wir

$$\text{s)}\quad \frac{R^{cm}}{T^{Sek.}} = \Big\{\ 5\cdot6680670, \text{ siehe Gleichung e) und g).}$$

Für die Bahnexzentrizität der Erde, dividiert durch ihre siderische Umlaufszeit T_s in mittleren Tagen, findet man

$$\text{t)}\quad \frac{\Theta}{T_s} = \Big\{\ 0\cdot6684841-5, \text{ fast } 10^{10}\,\frac{R^{cm}}{T^{Sek.}}$$

Früher schon fanden wir auch

$$\text{u)}\quad \frac{g}{2} = \frac{r^2\,\mu^2}{d^2\,\lambda^2} = \Big\{\ 0\cdot6882028 \text{ und } \frac{g}{2} = n^2\,\frac{r\,\tau^2}{R\,\Theta^2} = \Big\{\ 0\cdot6880295,$$

und wenn man die Gleichungen s) und t) mit

$\sqrt[3]{\left(\frac{t_1}{t_2}\right)^2}$ multipliziert, also mit einem dem dritten Gesetze Keplers entsprechenden Verhältnis, so lassen sie sich so wie die Gleichung u) als Potenzen der Gravitas darstellen.

Damit kommen wir auf denselben Standpunkt wie das C. G. S.-System hinsichtlich seiner Dimensionsgleichungen; denn wie die Elektrizitätsmengen, so wurde schon früher erwähnt, stimmen, die Energien ausgenommen, alle übrigen elektrischen Größen, in beiden Systemen gemessen, nicht überein und ihr Verhältnis ist immer eine Potenz der Lichtgeschwindigkeit.

Die der Gleichung 10) analoge, eigentlich konforme Gleichung s) gestaltet sich in der zuvor angegebenen Weise als

$\frac{R^{cm}}{T^{Sek}} \sqrt[3]{\left(\frac{t_1}{t_a}\right)^2} = \frac{g}{2.10^5}$ zu einer Potenz*) der Fallhöhe in der ersten Sekunde, auch kurzweg der Gravitas, und der Unterschied zwischen den Messungen mittels der Coulombschen Drehwage und des Galvanometers von Simens und Halske liegt, wie schon früher betont, darin, daß den Maßeinheiten des elektromagnetischen Maßsystems sowie auch dem erwähnten Galvanometer die Gravitas $g = 9{\cdot}81\,m$ zu Grunde liegt.

Hat man es nach dem einen Maßsystem mit Potenzen der Lichtgeschwindigkeit zu tun, so treten im anderen jene der Gravitas hervor und wir verweisen auf die schon im vorvorhergehenden Abschnitt entwickelten Relationen zwischen R, r, V_x, δ und $\frac{g'}{2}$.

Die Lichtgeschwindigkeit V_x wurde durch astronomische und terrestrische Beobachtungen, beziehungsweise Versuche ermittelt. Sie wird gewöhnlich mit rund 300.000 *km* (5·4771213) $= 3{\cdot}10^5$ angenommen. Nach dem „Jahrbuch der Naturkunde", Jhrg. 1904, S. 127, wird deren endgültige Feststellung auf Grund der gesamten Messungen der Sternwarte in Nizza mit $V_x = 299800$ *km* (5·4769475) angegeben, ein Resultat, welches mit unserem auf Grund der rein theoretischen Parallaxenbestimmungen der Erde und des Mondes erhaltenen bis auf 12 Meter übereinstimmt. Es ist also immerhin sicher, daß wir die Lichtgeschwindigkeit so genau kennen als alle astronomischen Kardinalgrößen.

Unsere Anschauungen über Massen- und sonstige Quantitätsverhältnisse beziehen sich immer auf eine Ausdehnung (Länge), auf eine Fläche oder auf einen Rauminhalt (Volumen). In den Begriffen „zahlreich, dicht, inhaltsvoll ɂc" können wir die bezüglichen Quantitätsverhältnisse und ein damit stets verbundenes inneres oder spezifisches Verhältnis nicht bestimmt oder hinreichend klar präzisieren und das genügt, um den Unterschied anzudeuten, hätten wir nicht einen analytischen Zusammenhang, sondern einen solchen zwischen ganz allgemeinen Ideen und Vorstellungen aufzufinden.

Die Rechnung mit unseren Größen gibt

$$\text{I)} \begin{cases} \left(\frac{R}{D}\right)^3 = \{\ 6{\cdot}9999639 \text{ oder rund} \\ \left(\frac{R}{D}\right)^3 = 10^7 \text{ und sonach} \\ \frac{g_x}{2}\left(\frac{R}{D}\right)^3 = \begin{cases} 0{\cdot}4787133-7 & \frac{g_x}{2} \\ 0{\cdot}6999639 & \left(\frac{R}{D}\right)^3 \end{cases} \\ \qquad\qquad\quad 0{\cdot}4786772\ \{ = 3 \text{ oder} \end{cases}$$

---

*) Rücksichtlich der Basis der Logarithmen.

$$\text{II)}\ \frac{V_x}{T^2}\left(\frac{R}{D}\right)^3 = \frac{g_x}{2}\left(\frac{R}{D}\right)^3 = 3^{*}),\ g_x = 6\left(\frac{D}{R}\right)^3 = \{0\cdot7781874-7\} = \left[\frac{6}{10^7}\right]$$

oder auch

$$g_x = \left(\frac{1\cdot861\,D}{R}\right)^3 \text{ fast gleich } \frac{r}{10\,e}\left(\frac{R}{D}\right)^3.$$

g_x haben wir aber stets als Lichtbeschleunigung, Lichtdruck oder auch als die mittlere Dichte des Äthers im Raume der Erdbahn betrachtet.

Wir können nun an die frühere Gleichung 18) anknüpfen und das Verhältnis, welches sie definiert, auch durch

$$\text{III)}\ \frac{\Theta}{\tau}\sqrt{\frac{G}{g}\,\frac{g_0}{g}} = \frac{R\,\eta^2}{r\,\mu^2}$$ und jenes der Energien der Masseneinheit durch:

$$\text{IV)}\ \frac{E}{e}\sqrt{\frac{G\,.\,g_0}{g\,.\,g}} = \frac{R^2\,\eta^2}{r^2\,\mu^2}$$ ausdrücken, wenn G die Schwerkraft oder die Druckkraft auf der Sonne bedeutet. g_0 ist, wie immer, gleich Eins und g für die Erde ist etwas verschieden von jenem für die Äquatorebene, d. h. es ist:

$$19)\ g = 2\,.\,\frac{r\,\tau^2}{R\left(\frac{\Theta}{n}\right)^2} = \{0\cdot9890595 \text{ und } \frac{2\,.\,M}{m\,.\,g} = \sqrt{k} = \{1\cdot2344056.$$

Wir finden ferner für die Theorie der Dielektrika:

$$20)\ \frac{M}{m}\sqrt{\frac{R\,\delta}{r\,\Theta}} = \{4\cdot3394893, \text{ also etwas größer als } e = \{4.3252207^{**})$$

$$21)\ \frac{M\,R^3\left(\frac{\Theta}{n}\right)^2}{m\,r^3\,\tau^2} = \frac{R^2}{r^2}\sqrt{k} = E, \text{ worin}$$

$$22)\ \sqrt{k} = \sqrt{\frac{r^3\,\mu^2}{d^3\,\lambda^2}} \text{ ist; endlich}$$

$$23)\ \frac{M\left(\frac{E}{T_s}\right)^2}{m\left(\frac{e}{t_s}\right)^2} = \frac{M\,E^2}{m\,e^2\,n^2} = \{3\cdot8163329 = \frac{M\,E^2\,\eta^2}{m\,e^2\,\mu^2} = 2\,\frac{1}{v_a^2} =$$

$$2\,.\left(\frac{360^0}{2\,\pi}\right)^2 = 3\cdot8172752$$

*) $\frac{V_x}{T}$ ist nahezu gleich $\frac{R\,\eta^2}{2}$ und $V_x^{km} = \frac{R\,n^3}{r\,\delta}$.

**) Diese Differenz hängt mit der Nutationsbewegung zusammen, wie denn auch e von der Erdoberfläche aus gemessen wird und alle Reduktionen auf den Erdmittelpunkt (geozentrische Daten) an Genauigkeit zu wünschen übrig lassen müssen, sofern ein gemeinschaftliches ideelles Bewegungszentrum in Betracht kommt.

wenn l die Winkelgeschwindigkeit eines Äquatorpunktes und v_a die **Umfangs**geschwindigkeit desselben für den Halbmesser gleich Eins bedeutet.

Es ist ferner so gut wie:

$$24)\ \frac{\tau}{\Theta} = \frac{r\,\omega^2}{e^2}\sqrt{\frac{G}{g}}\ \text{(ω als tägliche Winkelbewegung des Mondes).}$$

$$25)\ \frac{R^3\,\Theta^2}{r^3\,\delta^2} = \Delta\ \text{(Mondhalbmesser).}$$

Begnügen wir uns mit der Feststellung der Verdichtungs- oder Druckkonstanten auf der Erdoberfläche nach Newton mit:

$$26)\ g = \left(\frac{2\,\pi}{t_s}\right)^2 \frac{r^3}{86400^2\,d^3}\,d^m = \{\,0{\cdot}9967885,$$ so ist dann ebensogut:

$$27)\ g = \frac{360^0\,R}{2\,\pi\,d\,T_s^2} = \{\,0{\cdot}9954830,$$ woraus sich ergibt, daß g auch mit den übrigen Bewegungsverhältnissen der Erde, d. i. auch mit jenen ihrer Bewegung um die Sonne in Harmonie steht. Daß 26) und 27) nicht vollkommen stimmen, auch nicht mit dem Mittelwert für g, hat gar nichts zur Sache, denn wir müßten, streng genommen, auch die Präzession der Erde, nämlich ihre damit bedingte jährliche Achsendrehung um den Winkel σ sowie auch betreffs des Mondes die Nutation, den Winkel μ, berücksichtigen, was nur zum Teil der Fall ist. Denn diese Winkel sind nach der Abhandlung über die Nutationsbewegung in dem Mittelwert der Achsendrehung der Erde und des Mondes um die letztere sowie auch im mittleren „tropischen" Jahr enthalten, nicht aber deren parallaktische Einflüsse auf den Ort der Sonne, der für sich „als Präzession der Sonne" korrigiert wird*). In dieser Beziehung haben wir aber bereits konstatiert, daß nahezu:

$$28)\ \frac{\Theta}{\mu} = \left(\frac{R\,\eta^2}{r\,\mu^2}\right)^2$$ ist, während

$$29)\ \left(\frac{\Theta}{\sigma}\right)^4 = \{0{\cdot}3440644 = \frac{\Gamma}{\gamma} = \frac{X_e}{X_m} = \{0{\cdot}3448601$$

$$2\ \left(\frac{X_e}{X_m}\right)^2 = g$$

Wir sehen also auch hier, im speziellen aber rücksichtlich g, wie dessen Intensität sich bloß auf gewisse festgesetzte relative Bewegungs- und Maß-

*) In den astronomischen Theorien, die wir seinerzeit besonders beleuchten wollen, wird es klar werden, daß die astronomischen Messungen und Bewegungsbeobachtungen sich stets auf gebrochene und somit nicht auf eine einheitliche Ebene reduzierte Bogen beziehen.

einheiten gründet. In 27) haben wir das **Gradmaß** eingeführt und dasselbe ist in der Astronomie eigentlich ein **Zeitmaß**. Einer vollen Achsendrehung der Erde entsprechen 86·164 Sekunden eines **mittleren** und 86·400 Sekunden des **Sterntages**.

Für die Wirkungen der Wärme — in der Wärmetheorie, in der mechanischen Wärmetheorie und in der kinetischen Theorie der Gase — müssen wir vom Begriff eines physikalischen Zustandes der Körper ausgehen, womit eine neue, sonst gar nicht beachtete Rechnungsgröße eingeführt wird, nämlich die Temperatur, die aber nach allem nur eine Bewegungsenergie des Äthers, der Molekeln eines Gases oder auch irgend eines festen Körpers kennzeichnet. In der Dynamik fester Körper kümmern wir uns um diesen Zustand, um die Temperatur, gar nicht, höchstens zeitweilig, d. i. wenn die Bewegung oder eine Deformation des Körpers in Arbeit umgesetzt wird. An Hand der gewählten absoluten Maßeinheiten und der durch dieselben ausgedrückten Resultate wird aber die Physik noch in die Lage kommen, nicht allein die **Lichtgeschwindigkeit** im vermeintlich **„leeren Raume"**, (in welchem sich Ätherschwingungen nach bekannter Gesetzmäßigkeit fortpflanzen sollen), sondern auch die Intensität elektrischer oder elektromagnetischer Ströme durch kosmische Bewegungsgrößen zu definieren und so, Schritt für Schritt neue Wechselbeziehungen feststellend, auch den Weltäther, das **göttliche Licht der Alten**, näher zu umschreiben.

Das Denken und Empfinden, Wille, Lust und Unlust 2c. sind dann Produkte des Äthers, wie jeder elektrische Strom und jede magnetische Einwirkung, jeder chemische und physiologische Prozeß. Im **nichtelektrischen Zustande** sind nach unseren Begriffen alle Leiter oder Kondensatoren mit gleich vielen der **positiven** und **negativen** elektrischen Molekeln geladen und sie befinden sich in einem gewissen Gleichgewichtszustande. Mit der Annäherung eines zweiten Körpers, in welchem dieser Zustand nicht besteht, etwa die Sonne, in kosmophysikalischer Beziehung, wird das Gleichgewicht sofort auch im ersteren Körper gestört. Die Elektrizität sitzt aber eigentlich, wie die Theorie dies lehrt und wie schon erwähnt wurde, weder im Leiter noch auf dem Kondensator, sondern in den **Isolatoren**, im **Dielektrikum**, welches den Körper umgibt, umhüllt, **in jener Hülle, die sich Huyghens von bestimmter, im allgemeinen großer Mächtigkeit dachte.** Der Raum und alle Körper, organische und anorganische, sind mit Äther erfüllt oder von demselben durchdrungen, aber sie reagieren auf den Zustand desselben sehr verschieden, d. i. je nach ihrem eigenen physikalischen Zustande, nach ihrem Gehalt an Äther, nach dessen sogenannter optischer Dichte und endlich auch nach ihrer Wärmekapazität und ihrem spezifischen Wärmeleitungsvermögen.

Die Gleichung:

30) $\frac{M}{d^2} = g$ können wir immerhin als eine bereits aus dem Gravitationsgesetz hervorgehende, kurz zuvor charakterisierte **kosmische Zustandsgleichung** ansehen, welche zeigt, daß es betreffs g nicht gleichgültig ist, welche Oberfläche eine Masse besitzt, oder infolge $\frac{M}{d^3} = \frac{g}{d}$, welchen Raum sie einnimmt (mechanische Wärmetheorie). Es ist aber auch nicht gleichgültig, welche **Beschleunigung** eine Masse durch die Sonne **erfährt** und welche **Mächtigkeit das Dielektrikum der Masse** besitzt. Wir können **nämlich** eine **zweite kosmische Zustandsgleichung** aufstellen, indem wir für die einzelnen Planeten bestimmte Weiser gebrauchen. Nach den von uns benützten Rechnungsgrößen für die Erde (e), für Mars (m), Jupiter (J) und Saturn (s) ist:

31) $\frac{R\,\Theta_m^2 . g_e}{R\,\Theta_e^2\, g_m}$*) $= \{$ 2·0500258 (Erde-Mars)

32) $\frac{R\,\Theta_J^2\, g_J}{R\,\Theta_e^2\, g_e} = \{$ 2·0371891 (Erde-Jupiter)

33) $\frac{R\,\Theta_s^2\, g_s}{R\,\Theta_e^2\, g_e} = \{$ 2·0303182 (Erde-Saturn), fast eine **konstante** Größe, besonders dann, wären uns die inneren Bewegungen dieser Systeme so genau bekannt wie jene im System Erde-Mond. In 31) sind g_e und g_m (Mars) in reziprokem Sinne zu den analogen Größen in 32) und 33) vertreten — aber die Bewegungen im System Mars, die Bewegungsgrößen, sind auch merkwürdig, vor allem „Θ Mars" selbst.

Hierauf wollen wir ein anderes mal eingehen.

Die, man könnte sagen, fast innige Wechselbeziehung zwischen allen Bahnelementen der Erde und ihres Mondes gemahnen selbst hinsichtlich der Lichtgeschwindigkeit weniger an Gäa und ihre Tochter Luna als vielmehr an die Dioskuren. Daß Kastor oder Pollux kleiner ausgefallen ist, dazu waren bestimmte Ursachen vorhanden und sie haben ihre Aufklärung gefunden. Alle Rechnungen, Resultate und Definitionen, welche die Gleichungen liefern, beziehen sich aber fast ausnahmslos immer nur auf Verhältnisse des Doppel-, eigentlich des Zwillings-Gestirnes. Inwieweit dieser Gesichtspunkt Geltung besitzt, läßt sich ganz besonders aus folgenden Relationen entnehmen:

Es ist

$$\frac{U}{V_x} = \frac{2\,R\,\pi}{V_x} = \Big\{ 3{\cdot}4884222 \text{ und } \frac{M\,R\,\Theta^2}{m\,r\,\tau^2} = \Big\{ 3{\cdot}4865868,$$

*) g_e, g_m, g_J und g_s sind hiebei nach Newton als Gravitas oder Verdichtungskonstante berechnet.

im allgemeinen also

$$34)\quad \frac{U}{V_x} = \frac{M\,R\,\Theta^2}{m\,r\,\tau^2}.$$

Wollen wir uns auf die Vektoren X_e und X_m der Nutationsbewegung oder auf Γ und γ als die Konstanten der Evektion und Variation in der Mondbewegung, auf σ und ν als Präzessions-, beziehungsweise Nutationswinkel, auf die Vektoren R und r und die bezüglichen Bahnexzentrizitäten Θ und τ u. s. w. und selbst auf die Lichtgeschwindigkeit V_x beziehen und dabei vor Augen halten, daß

$\frac{M\,R}{m\,r} = n^4$ oder $\sqrt{\frac{M\,R}{m\,r}} = n^2$ ist, dann konzentriert sich alles Interesse in

$$35)\quad \frac{X_e^2\,\sigma}{X_m^2\,\nu} = \frac{\Gamma^2\,\sigma}{\gamma^2\,\nu} = \frac{r\,\delta^2\,\tau^2}{R}\,V_x \text{ und da } \frac{\Gamma^2}{\gamma^2} = \frac{g}{2} \text{ gesetzt wurde,}$$

auch

$$36)\quad \frac{g\,.\,R\,\sigma}{2\,\tau^2\,r\,\nu} = V_x\,\delta^2.$$

Wegen

$$g/_2 = \frac{r\,\tau^2\,.\,n^2}{R\,\Theta^2} \text{ besteht dann im allgemeinen auch noch}$$

$$37)\quad \begin{cases} \frac{\tau^2\,\sigma}{\Theta^2\,\nu}.n^2 = V_x\,\delta^2 \text{ und wegen } \frac{\delta}{\Theta} = n^2 \text{ auch} \\ \frac{\tau^2\,\sigma}{\Theta^3\,\nu} = V_x\,\delta \text{ oder } \frac{\tau^2\,\sigma}{\Theta^2\,\nu} = V_x\,\delta\,.\,\Theta. \end{cases}$$

In der Apologetik neuer Theorien und ihrer Resultate ist eine Wiederholung gewisser Thesen unvermeidlich, will man es dem Leser erleichtern, stets jenen Zusammenhang (Synthese) zu erfassen, zu der man selbst erst nach vielen reiflichen Erwägungen und Untersuchungen oder auch Rechnungen gelangt ist. Ein geordnetes Wissen ist zunächst individueller Natur und dasselbe muß ganz besonders durch die Schule angebahnt werden. Und erst dann, wenn man sich auf Schulprobleme berufen kann und wenn es in Hinsicht auf den wissenschaftlichen Relativismus möglich ist, ganz nach Bedarf und ohne Mißverständnis den einen Begriff mit einem anderen zu vertauschen, der nur scheinbar etwas anderes besagt, jedoch wie der erstere stets eine Dimension, Intensität, Qualität, Quantität, Größe oder Maß 2c. in sich schließt, erst dann kann an jene Kürze gedacht werden, die schon dem Mathematiker in Bezug auf unsere physische Welt, aber ganz besonders der theoretischen Physik eigen ist. Diesen Prachtbau kann selbst die Moderne

nur stilgemäß fortführen und ausgestalten und die Einheit aller Ideen und, bloß stilistisch verbessert, die Einheitlichkeit in allen rationellen Ideen hat bisher keine der Wissenschaften in so hohem Maße nachgewiesen wie die theoretische Physik. Dieser Erkenntnis wollen wir nun nach Kräften noch etwas nähertreten.

Es ist vielleicht hier der passendste Ort, auf die Licht- und Wärmeerscheinungen der Elektrizität und auch auf ihre chemischen und psysiologischen Wirkungen hinzuweisen, soweit sie bereits in jedem Lehrbuch der Physik behandelt werden. Es ist ferner auch bekannt, daß man seit jener Zeit, als konstatiert wurde, die Geschwindigkeit der Licht- und elektrischen Wellen ist eine und dieselbe, bemüht war, sowohl die elektrischen als auch die magnetischen Erscheinungen als Bewegungsphänomene des Weltäthers darzustellen. Inwiefern dies für unsere Zwecke nötig ist, wollen wir später noch andeuten. Der eben erwähnte Umstand war aber namentlich in Hinsicht auf das Gravitationsgesetz und die ganz unfaßliche, unvermittelte Fernwirkung der Attraktionskraft aller Massen von noch größerer Tragweite. Die Skepsis, die im Prinzip der Massenattraktion lag und fast schrankenlos auch auf das Gravitationsprinzip ausgedehnt wurde, bewog viele Gelehrte und Männer der Wissenschaft, sich teils mit der Schwere, teils mit dem Äther noch eingehender zu befassen, als dies in den Lehrbüchern und in den Schulen geschieht, und selbst den Versuch zu wagen, auch die Bewegung der kosmischen Körper (Planeten) auf die Energie des Äthers zurückzuführen. Die Ursache der Erfolglosigkeit aller dieser Versuche wurde schon erwähnt. Es fehlten eben fast alle Daten und Anhaltspunkte, um zu vernünftigen Voraussetzungen zu gelangen, und man war somit auf ganz allgemeine, zumeist abstrakte Ideen, Vorstellungen und Kausalitäten angewiesen. Die Probleme der Physik können aber, wie dies zum Teil die Optik beweist, in der letzterwähnten Weise auch nur ausnahmsweise gelöst werden, d. h. wenn bereits gewisse Indiz'en vorliegen, welche zu einer kühnen, in ihren Folgeresultaten aber doch mit dem Experiment übereinstimmenden Annahme ermuntern (Fresnel).

Jenen, welche sich für die erwähnten rein theoretischen oder spekulativen Versuche interessieren, können wir die Lektüre der zwar auch fast resultatlosen, jedoch geistvollen und sonst sehr dankenswerten Abhandlung: „Das Rätsel von der Schwerkraft" v. Dr. Isenkrahe (Braunschweig, Vieweg und Sohn, 1879) empfehlen. Was in dieser Abhandlung gesucht wurde und aus bereits erklärten Gründen nicht gefunden werden konnte, das glauben wir im vorstehenden auf Grund der Theorien der Physik und Astronomie entwickelt und bewiesen zu haben und durch weitere Betrachtungen noch mehr erhärten zu können.

Die Theorien über Erdmagnetismus, Erdstrom und über atmosphärische Elektrizität stehen leider noch auf sehr schwachen Füßen. Wir können die Argumente hiefür nur in groben Zügen andeuten. Sie liegen nicht allein darin, daß die bezügliche Wissenschaft gerade so wie die Meteorologie noch jung ist, daß beide Wissenschaften dermalen noch darauf angewiesen sind, mit einem sehr schütteren Netz von Beobachtungsstationen zu arbeiten und daß es denselben nicht vergönnt ist, sich auf der Zeit nach so weit zurückreichende Daten berufen und basieren zu können wie etwa die Astronomie; die gemeinten Ursachen liegen viel tiefer, im allgemeinen in einem voreingenommenen Standpunkt, in dem Mangel einer selbständigen Basis. Wir übersehen dabei keinesfalls die vielen, hier nicht erwähnten Schwierigkeiten für die genannten Wissenschaften. Mit Beobachtungen, die sich bloß auf die Erdoberfläche und auf die von Registrierballons erreichbaren Höhen beziehen, wird kaum eine allgemeine Basis zu gewinnen sein. Soweit sich die Meteorologie mit der Wetterprognose befaßt, ist sie wohl selbstverständlich auf die Beobachtung der Vorgänge in den bis auf einige Hunderte von Meter über der Erdoberfläche befindlichen Luftschichten angewiesen. In diesen Schichten spielen aber zumeist lokale Verhältnisse eine sehr bedeutende Rolle. Alles weitere Detail übergehend, wollen wir uns zunächst den elektrischen Vorgängen zuwenden, weil sich dann die sogenannten erdmagnetischen fast von selbst ergeben.

Der allgemeine, an die Spitze zu stellende Gesichtspunkt läßt sich etwa dahin zusammenfassen:

Hinsichtlich der elektrischen und der mit denselben unzertrennlich verbundenen magnetischen Vorgänge in der Hülle der Erde und an der Oberfläche der letzteren besteht ein relatives Gleichgewicht (Mittel). Alle Beobachtungen beziehen sich sonach nur auf Störungen (Schwankungen) in diesem Gleichgewichte, die regelmäßig teils in kürzeren, teils in längeren Perioden wiederkehren. Sie stehen mit den kosmodynamischen Schwankungen der Erde und des Mondes in ihrer gemeinsamen Bewegung um die Sonne im Zusammenhang, ganz besonders aber mit jenen des Mondes. Die jeweilige Konstellation der genannten drei Körper muß daher als ein wesentliches Kriterium aller Beobachtungen angesehen und daher auch mit denselben notiert werden (Falb).

Wir denken hier nicht an die kritischen Tage verschiedener Ordnung — nein, absolut nicht.

Werden einmal Daten vorliegen, die sich zunächst nur auf eine Nutationsperiode erstrecken u. zw. bei gleichzeitiger Registrierung der Position der Erde und des Mondes nach der von uns dargelegten Theorie über die Bewegung innerhalb des Systems Erde-Mond, so werden in der folgenden Periode alle Variationen bereits gesichtet und mit großem Verständnis ver-

folgt und erklärt werden können und es wird dann in ganz unbezweifelbarer Weise bewiesen werden können, wie die vermeintlich spezifisch tellurischen Vorgänge und Variationeu sich vollkommen in kosmische und bereits bekannte Probleme auflösen. Das wird auch ganz besonders betreffs der Schwankungen in der Flut des Weltmeeres (Spring- und Nippfluten) zu Tage treten. Die Ursache all dieser Variationen ist aber nicht in Anziehungs- und Abstoßungskräften als vielmehr in jenen Kombinationen zu suchen, die sich in den Schwankungen hinsichtlich der Intensität und der jeweiligen Richtung aller Bewegungen ergeben, oder auch allgemein gesagt, hinsichtlich aller Oszillationszustände. So wird z. B., wenn die Erde zur Zeit des Neumondes auf ihrem Nutationsvektor gleichzeitig die größte Entfernung von der Sonne erreicht, die innerhalb einer Nutationsperiode möglich ist, eine in gewissem (nicht in Falbschem) Sinne kritische Konstellation zu verzeichnen sein, bei welcher es wieder noch darauf ankommen wird, ob der Mond hiebei just genau in sein Perigäum oder gar ins Apogäum tritt, und speziell in Hinsicht auf Ebbe und Flnt wird es von Belang sein, in welchem Meridian dies geschieht, womit z. B. auch die Lage des Atlantischen Ozeans und auf Grund simultaner Beobachtungen dessen momentanen Oszillations- und Geschwindigkeitszustandes gekennzeichnet ist.

Die elektromotorischen Kräfte müssen im Sinne der früheren Theorien ihrer Richtung nach mit jener der verschiedenen Rotationen übereinstimmen und wenn die Beobachtungen über Erdmagnetismus ꝛc. auf Erdströme schließen lassen, deren Richtung der Achsendrehung der Erde entgegengesetzt ist, so sind dies Störungserscheinungen oder Variationen, die auf den Mond zurückzuführen wären. Der Mond bleibt in seiner Bewegung in Hinsicht auf jene der Erde um die Sonne zurück. Er macht darum im Jahr um die Erde nicht

$\frac{T}{t} = n$, sondern im allgemeinen

$(n-1)$ Umdrehungen.

Daß die eben gedachte Erscheinung über dem Meere mit seiner großen Verdunstungsfläche wieder anderer Natur ist, u. zw. spezifisch physikalischer Natur, das kann dem oben charakterisierten Gesichtspunkte nicht widerstreiten, denselben vielmehr nur bestätigen. Die Verhältnisse liegen in der hier berührten Frage genau so wie betreffs der Epizykeltheorie der Alten und der Kopernikanischen These.

Sind die elektrischen Ströme und elektromotorischen Kräfte mit den bezüglichen Rotationen gleichgerichtet, genauer gesagt, kommen diesfalls nur die betreffenden Schwingungsebenen in Betracht, dann muß auf dieselben die Theorie von den Wirkungen gekreuzter und gleichgerichteter

Ströme anwendbar sein. Das ist tatsächlich auch der Fall. Dann ist aber der Nordpol unserer Magnetnadel nach der Ampereschen Regel auch richtig bezeichnet und die erdmagnetischen Phänomene und die periodischen und sekulären Variationen derselben können dann nicht mehr ausschließlich dem sogenannten „Erdmagnetismus" zugeschrieben werden.

Man erinnert sich gegenwärtig wieder, wie es scheint, des Umstandes, daß nach Faradays Ausspruch alle Körper magnetisierbar sind. Natürlich gilt dies in sehr relativem Maße; dieser Ausspruch des großen Physikers steht aber mit den früher entwickelten kosmologischen Theorien über Abkühlung und Verdichtung und jenen der theoretischen Physik in vollem Einklang. Wir haben gesehen, daß sich bei der Kontraktion aller Massen gleichzeitig auch die Rotationsgeschwindigkeit derselben nach dem dritten Gesetze Keplers gesteigert hat, somit auch die Intensität der elektrischen Ströme, der elektromotorischen Kräfte und der magnetischen Wirkungen in den bezüglichen Hüllen, und zwar offenbar auf Kosten der verdichteten, schwerer gewordenen Massen. Das einzelne derselben, vielmehr die Stoffe, aus welchen nunmehr die Massen bestehen, für elektrische Erscheinungen und Einflüsse und somit auch für die davon fast unzertrennlichen magnetischen Wirkungen empfänglicher, manche fast kaum merkbar empfänglich sind, das gehört eben in das Gebiet der Physik, die sich mit der Erforschung und Feststellung der Eigenschaften der mannigfaltigen Körper bei ihrem gegenwärtigen physikalischen Bestande befaßt. Sie gibt hiemit vorzügliche Anhaltspunkte, allein diese sollten den Blick für den Zusammenhang im großen und ganzen nicht trüben, denn die Erde besteht, wie schon hinreichend betont wurde, nicht allein aus dem festen Erdball. Zu diesem gehört auch noch die Atmosphärenhülle und endlich selbst die Mondmasse mit ihrer Isolierhülle.

Maße und Schwere.

Synthese dieser Begriffe.

Wenn der Lösung eines Problems der Analysis gewisse Gesetze zu Grunde liegen, so muß die Diskussion der analytischen Erkenntnisse immer und immer wieder auf diese Gesetze zurückführen, womit sich allerdings ein Kreisschluß ergibt, der aber in Hinsicht auf den wissenschaftlichen Relativismus ebenso selbstverständlich ist wie die in sich geschlossenen, im allgemeinen kreisförmigen Bahnen der Körper unseres Sonnensystems.

Aus den bekannten, bereits des öfteren gestreiften Theorien über Zentralbewegung, in welchen stets eine Ellipse als Bahn vorausgesetzt werden muß, wenn es sich um die Bewegung der Planeten um die Sonne und in

dieser Bewegung wieder um jene der Monde um ihren Planeten handelt, folgt als Resultat immer das dritte Gesetz Keplers. Die Voraussetzungen (Prämissen) bezeichnet man jedoch in diesen Theorien als gravitationsgemäße. Der nun so modifizierte Kreisschluß muß also darauf hindeuten, daß das Gravitationsgesetz bereits im dritten Gesetze Keplers und umgekehrt dieses in jenem enthalten ist, und in der Tat beruht das Gravitationsgesetz in seiner Ableitung durch Newton auf der Keplerschen Bewegung des Mondes um die Erde. Diese Bewegung ist aber nicht eine absolute und ihre Gesetzmäßigkeit kam nur durch die gleichzeitige und gemeinsame Bewegung der Erde und des Mondes um die Sonne zu stande. Auch diese Einsicht fehlt im Gravitationsgesetze, gleich den Massen M und m gänzlich und wir werden uns derselben erst bewußt, wenn wir ihrem Relativismus nachgehen. Die erwähnte gemeinsame Bewegung ist ein scheinbar analytischer Gleichgewichtszustand und nur darum scheinbar irrelevant. Aber das Zeitmaß, die Zeitsekunde bezieht sich nicht allein auf eine Umdrehung der Erde um ihre Achse, sondern im Sinne der Theorien über Drehbewegungen auch auf einen Umlauf der Erde um die Sonne.

Newton hat, wie nun noch betont und ergänzend beigefügt werden muß, bei der Entdeckung seines Gesetzes einen besonderen Wert darauf gelegt, daß die von ihm berechnete Gravitas g mit jener übereinstimmen müsse, die Galilei durch seine Versuche ermittelt hatte. Es ist nun bekannt, daß dies zunächst nicht der Fall war, weil der Äquatorialhalbmesser der Erde (d) nicht hinreichend genau ermittelt war, obwohl man zur Zeit darüber anders dachte. Newton ließ infolgedessen seine Arbeit ruhen; mit welchen Gefühlen, das kann sich jeder Leser in seiner Art wohl leicht selbst ausmalen und es ist rührend zu lesen, was uns die Geschichte mit wenigen Worten darüber berichtet, als nach zirka vier Jahren eine neue Gradmessung einen Erdhalbmesser ergab, mit welchem Newtons Rechnung stimmte, durch welchen seine **Voraussetzungen** bestätigt wurden. Die Aufregung, die sich Newtons bemächtigte, als ihm die Entdeckung einer großen Wahrheit, eines großen Prinzipes der wirksamen Naturkräfte vor sein geistiges, weitblickendes Auge trat und die sich im Verlaufe der Arbeit derart steigerte, daß deren Schluß einer seiner Freunde, der eben zu Besuch kam, besorgen mußte, entbehrt gewiß nicht eines dramatischen Zuges, dem wir in der Geschichte über alte und ältere Entdeckungen, vom „Heureka" des Achimedes an bis etwa auf Robert Mayer begegnen können, den ein heftiger Prioritätsstreit fast um seinen Verstand gebracht hätte.

Jules Verne hat uns mit dem wissenschaftlichen Roman viel Unterhaltung geboten; das wissenschaftliche Drama erfordert aber ein sehr feines Verständnis, um dem Auktor gründlich folgen zu können. Heute sind wir

ob der fast selbstverständlichen Fortschritte auf wissenschaftlichem Gebiete betreffs des wissenschaftlichen Dramas ziemlich abgestumpft, für dasselbe jedenfalls nicht mehr so empfänglich als jene, denen es beschieden war, die ersten großen wissenschaftlichen Errungenschaften zu begrüßen und verfolgen zu können, wie deren Saat in die Halme schoß. Selbst heute noch wird aber jeder Professor, wenn er dazu gelangt, das Gravitationsgesetz vorzutragen, gewiß zu allem Rüstzeug greifen, um bei der Ableitung des Prinzips und mit der Darlegung seiner Genesis auf seine Schüler jene Eindrücke auszuüben, die er seinerzeit selbst empfing und die sich in ihm durch weitere Studien etwa noch vertieften. Zwischen der Schule, namentlich zwischen höheren Schulen, und einem ernsteren Theater kann und sollte ein Unterschied nicht bestehen und vor allem sollte die Schule anstreben, zu zeigen, wie selbst dem sprödesten Lehrstoff schöne und nützliche Seiten abzugewinnen sind.

Das wissenschaftliche Drama „Gravitationsgesetz" besitzt nun, wie wir schon früher erwähnten, gar manche schöne Seiten, die dasselbe gegenüber anderen Entdeckungen fast automatisch in den Vordergrund schieben. Soll aber dieses Gesetz nicht verdunkeln, sondern gewisse Vorgänge aufhellen, dann liegt der Kern des Gesetzes in seinem Zusammenhang mit den Fallgesetzen und mit dem dritten Gesetze Keplers, also in einer Synthese, die bislang zwar nicht verkannt, aber doch nie so dargelgt wurde, wie sie es eigentlich verdient hätte, u. zw. einfach aus dem Grunde, weil die analytische Behandlung und Ausnützung des Gravitations- wie auch des Keplerschen Gesetzes noch eine unvollständige blieb.

Die zu den Gesetzen des freien Falles der Körper führenden Versuche wurden offenbar nicht mit Massen, sondern mit Gewichten ausgeführt. In dem Gesetze Newtons und Keplers fehlen diese Gewichte und hierin liegt auch der einzige Grund, warum wir bisher über die Massen und Gewichte der Himmelskörper nicht recht ins Klare kommen konnten. Hat Newton durch seine Definition des Gewichtes als

$P = m.g$ zunächst die Wurfbewegung und die Ballistik überhaupt, weiters aber auch die terrestrische Mechanik zu einer streng analytischen Behandlung ihrer Probleme befähigt, so ist in kosmischer Beziehung hiedurch und insbesondere durch das unheilvolle Prinzip der Massenattraktion doch vieles verdunkelt worden.

Kehren wir also zu unserer Hauptgleichung für das binäre System Erde-Mond zurück. Sie lautet

a) $\frac{M}{m} = \frac{g}{2}\sqrt{\frac{r^3 \mu^2}{d^3 \lambda^2}}$ und enthält die Massen, die Gravitas und zwei Keplersche Gesetzmäßigkeiten oder, wie Newtons Formel für g selbst,

das Verhältnis zweier Volumen und Drehgeschwindigkeiten, jedoch unter dem Wurzelzeichen.

Aus

b) $\frac{M g}{m g_m} = \sqrt{\frac{r^3 \mu^2}{d^3 \lambda^2}} = k$ folgt

c) $\frac{g}{g_m} = k . \frac{m}{M}$ und weiters

d) $\frac{g T^2}{g_m t^2} = \frac{M g R \eta^2}{m g_m r \mu^2} = \frac{Q_e R \eta^2}{Q_m r \mu^2} = k \frac{R \eta^2}{r \mu^2}$,

wenn Q_e und Q_m das Gewicht der Erde und des Mondes bezeichnen, damit die Synthese zwischen dem Fallgesetz und dem Produkte der Gewichte mit ihren mittleren und konstanten Zentripetalbeschleunigungen besser in die Augen springe.

Wenn wir nicht genauer sein wollen als die Natur selbst, so ist füglich

e) $\frac{2 k}{g} = 10 . g_x = \frac{r}{d}$ und wir finden bereits hier die ersten deutlichen Spuren der Wirkungen des Lichtdruckes g_x, wobei ja g auch nichts anderes als den Schwerdruck für die Masse gleich Eins angibt.

Die bekannte Relation

f) $\left(\frac{E \tau}{e \delta}\right)^3 = g$ zeugt nur in anderer Weise dafür, daß die Gravitas eine Verdichtungskonstante, vielmehr ein Verdichtungsverhältnis rotierender Massen in Bezug auf deren Masseneinheit darstellt, wobei dann die Dichte der Masseneinheit des Mondes gleich Eins ist.

Erinnern wir uns der Epizykel der Alten, so vollziehen sich die von uns definierten exzentrischen Oszillationen der Planeten und Monde in ihrer Bahn im allgemeinen in Kreisen vom Halbmesser der linearen Exzentrizität der Bahn. Diese Oszillationen erstrecken sich aber nicht auf die siderischen Umlaufszeiten, sondern auf die etwas längeren anomalistischen. Analog zur Gleichung f) findet man

g) $\frac{E r \mu^2}{e R \eta^2} = \frac{M E \eta^2}{m e \mu^2} = \frac{\delta}{\tau}$ und durch Dividieren von f) und g)

h) $\frac{E^2 R \eta^2}{e^2 r \mu^2} = g \frac{\delta^2}{\tau^2}$ und aus diesen beiden letzteren Gleichungen

i) $\frac{m . E R}{M e r} = g \frac{\delta}{\tau} = \frac{m R^2 \Theta}{M r^2 \tau}$. Die Gleichungen f) bis i) erklären also gleichsam alle Vorgänge in den beiden Epizykeln, die Oszillationszustände im engeren System Erde-Mond.

Aus i) folgt wieder

$$k) \quad \frac{M}{m} = \frac{R^2 \Theta}{g . r^2 \delta} = \frac{R^2}{g . n^2 r^2}.$$

Der letztere Ausdruck für unser Massenverhältnis erfordert einige Beachtung, weil teils in den astronomischen Theorien, teils in jenen der analytischen Mechanik jede Masse durch das Quadrat ihres Bahnhalbmessers ausgedrückt wird, welches jedoch noch mit irgend einem Faktor zu multiplizieren ist, über den man aber, wie schon gezeigt wurde, auch nie ins Klare kommen konnte. Haben wir ja doch bisher selbst bereits mehrere Ausdrücke für das fragliche Massenverhältnis erhalten, ohne dasselbe in einer allgemein befriedigenden Weise auf irgend eine Masseneinheit zurückführen zu können.

Wir haben seinerzeit Θ und δ als Winkel der bezüglichen Bahndrehung, auch als Beschleunigungswinkel in bezug auf einen vollen (siderischen) Umlauf von 360° definiert. Diese Winkel und auch die Gravitas g oder das Gewicht einer uns bekannten Masseneinheit kommen nun im zweiten Ausdruck der Gleichung k) vor. Hiemit sind wir also in der Lage, die Erd- und die Mondmasse in bestimmter Weise zu dimensionieren. Wie die Gravitas g, so müssen auch die Vektoren R und r in Meter genommen werden. Wir erhalten dann

$$M = R^2 \Theta = \{\, 20\cdot5654386; \quad m = g . \delta . r^2 = \{\, 18\cdot6430035$$

und demgemäß

$$l) \quad \frac{M\, g\, V_m}{m\, g_m\, V_e} = \frac{Q_e\, V_m}{V_e\, Q_m} = \frac{s_e}{s_m} = \{\, 0\cdot7769568 \,\} = \left[\frac{2 . V_x^{met.}}{10^8}\right]$$

wobei $g = \frac{E^3 \tau^3}{e^3 \delta^3} = \{\, 0\cdot9892383$, $g_m = \{\, 0\cdot4439334$, $\Delta = 1742$ *km* gerechnet wurde, s_e und s_m aber das Dichteverhältnis (Gewicht geteilt durch das Volumen) vorstellen.

Mit Rücksicht auf die von der Kugelgestalt etwas abweichenden beiden Gestirne*), können wir für l) füglich

$l_a) \quad \frac{Q_e\, V_m}{V_e\, Q_m} = \frac{s_e}{s_m} = 10^7\, g_x$ schreiben, womit wir die Verbindung oder den Anschluß an die Gleichungen I) und II) gewinnen, die in den Betrachtungen über das elektrostatische und elektromagnetische Maßsystem gewonnen wurden.

Wir erhalten ferners

$$m) \quad \frac{Q_e}{V_e} = 3\cdot302, \quad \frac{Q_m}{V_m} = 0\cdot5517 = \left[\frac{\delta}{10^2\, \tau}\right].$$

Diese Daten für die mittlere Dichte der Erde und des Mondes verschieben sich, jedoch wieder nur nach Potenzen von 10, wenn R, r, d und Δ

*) Der Mond, nach Hansen, in radialer Richtung zur Erde.

in irgend einer der vielen Gleichungen nicht in einer und derselben Potenz vorkommen und in Zentimeter ausgedrückt werden, weil etwa die Dichte des Wassers als Bezugseinheit angenommen werden kann und weil ein Kubikdezimeter gleich einem Liter und ein Liter Wasser gleich einem Kilogramm ist.

Damit wären wir dem wissenschaftlichen Relativismus bis an die äußersten Grenzen nachgegangen und er zeugt dafür, daß der errechnete Lichtdruck keine fiktive Größe ist und daß wir nunmehr auch im stande sind, der von Newton auch hinsichtlich aller kosmischen Vorgänge stets festgehaltenen geometrischen Anschauung aller Verhältnisse ein volles Verständnis entgegenzubringen.

Ermitteln wir uns noch die *Massendichte* beider Gestirne, d. i. s'_e und s'_m, so finden wir

$$\text{n)} \quad \frac{s'_e}{s'_m} = 16{\cdot}252 = \frac{Mg\,V_m}{V_e\,m} = [10^3\,\Theta].$$

Der Begriff „kosmische Masse" und jener ihrer „mittleren Dichte" läßt sich also genau definieren, sobald man sich, wie in allen bezüglichen Fragen der Physik, über die zu wählenden Maßeinheiten geeinigt hat. Hiefür wäre im Anschluß an das C. G. S.-System die geeignetste und natürlichste Basis zu finden. Es ist klar, daß wir das Gewicht der Erde auch durch den Lichtdruck g_x ausdrücken können, welcher wieder auf die gewählte *Gewichtseinheit des Äthers* in der mittleren Entfernung der Erde von der Sonne bezogen werden kann. *Dieser Umstand ist insofern von Bedeutung, weil die Physiker es schon lange als einen Übelstand betrachten, daß sie die Dichte aller Gase, die doch von iher latenten Wärme abhängig ist, noch immer auf das Wasserstoffgas beziehen müssen, welches sich in dem bisher ermittelten Gasgemenge unserer Atmosphäre nicht mehr als das leichteste Gas darstellt.*

Das Gewicht der Masseneinheit des Äthers im Raume der Erdbahn ist nach unserer Theorie gleich g_x und *das Gewicht der Masseinheit auf der Erdoberfläche* gleich g.

Das Verhältnis der letzteren zur ersteren gibt

$$\frac{g}{g_x} = \left\{\begin{array}{l} 0{\cdot}9903095 \\ 6{\cdot}7797433{-}7 \\ \hline 6{\cdot}2105662 \end{array}\right\} = \left[10^5\,\frac{s'_e}{s'_m}\right]$$ mit Bezug auf die

Gleichung n) und nahezu besteht auch die Relation

$$\frac{g}{g_x}\left(\frac{M\,e\,\mathfrak{f}^2}{m\,r\,\mathfrak{d}^2}\right) = R\,\eta,$$ was in Hinsicht auf die elektromagnetische

Lichttheorie Maxwells von Belang ist.

Sollte es den Physikern auch noch gelingen, die zur Verflüssigung der Gase aufgewandte mechanische Arbeit zu ermitteln, ebenso die in dieser Hinsicht bestehende Gesetzmäßigkeit, so wären große Fortschritte und Aufschlüsse zu erwarten, weil die gedachten Arbeiten nach den bereits bestehenden Theorien über die Gase mit deren Temperatur und latenter Wärmemenge zusammenhängen müssen.

Aus der Gleichung 34) und aus den folgenden Gleichungen des vorstehenden Abschnittes, also aus

o) $\frac{2 R \pi}{V_x} = \left[\frac{M R \Theta^2}{m r \tau^2}\right]$ war schon zu entnehmen, daß die Lichtgeschwindigkeit und die Bahnexzentrizitäten hinsichtlich der oszillierenden Bewegung des Doppelgestirnes maßgebende Größen sind.

Für diese Gleichung können wir auch

p) $\frac{2 R \pi}{V_x} = \frac{M r E^2}{m R e^2}$ schreiben und in dieser Gleichung, wie in jener o), das Massenverhältnis durch irgend einen der bisher entwickelten Ausdrücke ersetzen. Für V_x kann man auch wegen

$\frac{g_x}{2} T^2 = V_x$ den Lichtdruck und die Umlaufszeit der Erde einführen, kurz gesagt, es ist möglich, in alle Bewegungsvorgänge einen tiefen Einblick zu gewinnen, den wir übrigens noch näher andeuten werden.

Transformieren wir aber, wie eben erwähnt, p) in

q) $\frac{2 R \pi}{T} = v = \frac{M r E^2}{m R e^2} \cdot \frac{T}{2}$, so finden wir die mittlere und gemeinsame Bahngeschwindigkeit des Doppelgestirnes durch die Zeit vom Perihelium bis zum Aphelium der Erde definiert, wofür auch

r) $v = \frac{M E \Theta}{m e \tau} \cdot \frac{T}{2}$ resultiert.

In dieser Gleichung kann man die Amplitüden E und e innerhalb der Zeit für je einen siderischen Umlauf als Variable ansehen und sich hiedurch alle parallaktischen Erscheinungen und Differenzen gegenüber den nur auf die Bahnexzentrizitäten sich basierenden, streng Keplerschen Bewegungen erklären. Es ist also nicht allein der Mond der launenhafte Störenfried in diesen Bewegungen, sondern zum teil auch die Erde selbst. Die eben gedachten parallaktischen Differenzen haben die Astronomen genau, jedoch nur einem periodischen Mittelwert nach gemessen und aus denselben ging die Nutationsbewegung und die Präzession der Sonne (oder der Nachtgleichen)

hervor. Damit ist auch im weiteren Sinne des Wortes die Synthese zwischen Masse und Schwere, Gleichungen d) und k), sowie zwischen den gemeinsamen oszillierenden Bewegungen und dem Lichtdruck, Gleichung p) und folgend, hergestellt.

Es ist

$$\text{s)}\quad \frac{E\,\Theta^2}{e\,\tau^2} = \frac{R^2\,E^3}{r^2\,e^3} = \left[\frac{d\,\lambda^2}{g}\right] \text{ und wegen}$$

$$\frac{E^3\,\tau^3}{e^3\,\delta^3} = g \text{ findet man aus s)}$$

$$\text{t)}\quad g = \frac{\lambda}{e}\sqrt{\frac{d\,e}{r\,\delta}}, \text{ nachdem } R\,\delta = e^2 \text{ besteht.}$$

Die Transformation und die Folgerungen aus der Gleichung s) infolge

$$\frac{e^3}{E^3} = g_x \text{ überlassen wir dem Leser.}$$

Ein einigermaßen besonderes Interesse muß das schon in der Einleitung wiederholt gestreifte Verhältnis $\frac{d\,\lambda^2}{g}$ erwecken. Die Gleichung s) weist auf die Bahnexzentrizitäten und auf die Epizykel E und e hin, wobei noch zu berücksichtigen wäre, daß, wie schon erwähnt, ein astronomisches Observatorium um den mittleren Ekliptikort der Erde in der Nutationsperiode von $\mathfrak{N} = 18{\cdot}599$ siderischen Jahren nahezu einen Kreis vom Halbmesser e beschreibt. Es ist nahezu

$$\frac{\Theta}{\tau}\sqrt{\frac{E}{e}} = \left[\sqrt{\frac{d\,\lambda^2}{g}}\right]$$

$$\frac{e\,.\,X_e\,\delta}{E\,X_m\,\tau} = \Big\{\ 0{\cdot}0151140 \text{ und } \frac{M\,e\,f^2}{m\,r\,\mathfrak{d}^2} = \Big\{\ 0{\cdot}0173209, \quad \text{womit}$$

wieder die Inkommensurabilität in den beiden Bewegungen vor Augen liegt. Die zum Zeitmaß gewählte Winkelgeschwindigkeit λ bezieht sich nicht allein auf die Drehung um die Erdachse und auf die Messung der fortschreitenden Bewegung der Erde um die Sonne, sondern auch auf die Bewegung der Erde auf ihrem Nutationsradius.

Wir können nunmehr etwas genauer

$$\frac{g\,e\,X_e\,\delta}{g_x\,E\,X_m\,\tau} = R\,\eta \text{ schreiben.}$$

Nach unserer Definition der Gravitas auf der Oberfläche des Mondes findet man

$$\frac{g}{g_m} = \sqrt{\frac{T_e}{t_l}} = \Big\{\ 0{\cdot}5463761 \text{ und } \sqrt{\frac{T_e}{t_l}} = \Big\{\ 0{\cdot}5461662.$$

also nahezu

$$\text{u)}\ \frac{g^2}{g_m^2} = \left[\frac{T_s}{t_i}\right],$$ womit die synodische Umlaufszeit t_i des Mondes damit aber auch die Ursache für die Ungleichheit der Mondbewegung zur Zeit der Finsternisse begründet wäre. Für diese Gleichung können wir aber auch

$$\text{v)}\ \frac{g}{g_m} = k \cdot \frac{m}{M} = \left[\sqrt{\frac{T_s}{t_i}}\right]$$ schreiben und wir sehen, welch zweifelhaften Wert es hätte, wollten wir diese Verhälnisse durch die „Erdabplattung“ und nicht durch das Gewichtsverhältnis

$$\frac{m\, g_m}{M\, g_1} = \frac{1}{k} =$$ „Abplattung“ erklären.

Damit ist es aber auch klar, daß die Erdabplattung mit einer Anziehung der Erde durch die Sonne und den Mond in gar keinen Zusammenhang gebracht werden kann und daß die sonst übliche gravitationsgemäße Methode

$$\frac{g}{g_m} = \frac{M.\Delta^2}{m\, d^2}$$ zu setzen, um hieraus g_m zu bestimmen, nur auf der Fiktion „Massenattraktion“ beruht. Die Massen ziehen sich aber nicht gegenseitig an, sondern sie weichen sich infolge der von ihnen fortgepflanzten Drucke aus.

Einen weiteren Fingerzeig für die Richtigkeit unserer Ansichten und Theorien kann man auch in

$$\text{w)}\ \frac{r\,\mu^2}{g_m} = \left[\frac{\tau}{\Theta}\right] \text{ und } \frac{R\,\eta^2}{g} = [2]$$ erblicken.

Aus

$$\frac{\delta}{\tau} = n\sqrt[4]{k} \text{ und } n^2 = \frac{e^2}{E} \text{ folgt}$$

$$\text{x)}\ \sqrt[4]{k} = \frac{r\,\delta}{e^2}\sqrt{E} \text{ und } \frac{E}{\sqrt[4]{k}} = \frac{R}{r}.$$

Wir können somit das Massenverhältnis auch durch

$$\text{y)}\ \frac{M}{m} = \frac{g}{2}\sqrt{k} = \frac{g}{2}\,E\,\frac{r^2}{R^2} = \frac{g}{2}\,\frac{r^2\,\Theta}{R} = \left[\frac{g^3}{4\,g_m}\right]$$ ausdrücken.

Es ist ferner

$$\frac{360^0}{\Theta} = e,\ R\,\delta = e^2,\ R\,\Theta = E,\ \frac{e^2}{R\,\Theta} = n^2,\ \frac{360^2}{R\,\Theta^3} = [n^2] \text{ und}$$

$$\text{z)}\ n^2 = \frac{\delta}{\Theta} = \frac{\delta^2}{\tau^2\sqrt{k}} = \frac{e^2}{E} = \frac{M\,R\,\eta^2}{m\,r\,\mu^2}$$ u. s. f., womit man nach y) und z) vielfach transformieren kann.

Synthese des elektrostatischen und elektromagnetischen Maßsystems und der Theorie der Drehbewegungen.

Wir kommen hiemit zu Betrachtungen, die gewiß sehr erwünscht sein müssen, sofern man sich nicht schon selbst über bestimmte, sich aufdrängende Fragen Rechenschaft gelegt haben sollte. Zu diesen letzteren Fragen gehört insbesondere jene, weshalb das Verhältnis der Elektrizitätsmenge, wenn sie das einemal mit der Coulombschen Drehwage, das anderemal mit dem Galvanometer gemessen wird, gleich der Lichtgeschwindigkeit V_x ist. Diese Frage hat sich, wie wir noch sehen werden, auch Maxwell gestellt, und indem er sich der Dielektrika Faradays erinnerte, kam er zu Voraussetzungen, die sich durch Experimente bestätigen ließen und ihn zur Aufstellung einer epochemachenden Theorie führten.

Aber auch die Natur der von der theoretischen Physik aufgestellten Dimensionsgleichungen verdient noch eine besondere Beachtung, wenn deren Synthese klar vor Augen liegen soll.

Die Messungen mittels der Drehwage wie auch mittels des Galvanometers beziehen sich auf eine bereits charakterisierte Drehbewegung, beziehungsweise Intensitätsbestimmung derselben.

Es sind also zunächst wieder die Prinzipien über Drehbewegungen ins Auge zu fassen, was bereits mehrfach geschah, nichtsdestoweniger nochmals erforderlich ist, u. zw. vom Standpunkte, die Drehbewegung aller Planeten und Monde sei eine gleichförmige Bewegung im Kreise, wofür die allgemeine Gleichung

$P = m r \mu$ maßgebend ist.

Ist die Winkelgeschwindigkeit μ_1 kleiner als μ, so wird unter sonst gleichen Verhältnissen die bewegende Kraft P_1 durch

$P_1 = m r \mu_1$ definiert und es ist

$\frac{P}{P_1} = \frac{\mu}{\mu_1} = \frac{t_1}{t}$, wenn t und t_1 die Zeiten für einen vollen Kreislauf bezeichnen. Für die Masseneinheit und den Halbmesser (oder auch für den Weg) gleich Eins verhalten sich also in diesem Falle die bewegenden Kräfte wie die Winkelgeschwindigkeiten oder wie umgekehrt die Umlaufszeiten.

Greifen wir zum Gesetze der Fliehkräfte oder der denselben stets gleichen Zentripetalkräfte N und N_1, so erhalten wir unter den oben gemachten Bedingungen

2) $\frac{N}{N_1} = \frac{\mu^2}{\mu_1^2} = \frac{t_1^2}{t^2}$. Es ist somit

3) $\frac{P}{P_1} = \sqrt{\frac{N}{N_1}} = \frac{\mu}{\mu_1}$, d. h. die bewegenden Kräfte verhalten

sich bei den erwähnten Voraussetzungen wie die Quadratwurzeln aus den bezüglichen Zentripetalkräften oder wie die Winkelgeschwindigkeiten. Es ist damit wohl keine große Entdeckung zu verzeichnen, aber dieselbe erleichtert es nun wesentlich, die sogenannten gravitationsmäßigen Erscheinungen in der Analysis über kosmische Drehbewegungen zu erfassen, wenn man auch noch daran denkt, daß in allen Gesetzen, nach Galilei, Newton, Huyghens und Kepler, die Massen eliminiert sind, stets gleich Eins gedacht werden müssen.

Daraus oder auch aus der einheitlichen Messung aller Kräfte, der bewegenden wie der zentripetalen Kräfte, können wir wichtige Konsequenzen konstatieren.

Sind die Halbmesser der kreisförmigen Bahnen nicht gleich groß, so folgt aus 2)

4) $\frac{N \cdot r}{N_1 r_1} = \frac{r \mu^2}{r_1 \mu_1^2} = \frac{r t_1^2}{t^2 r_1}$ das Gesetz der Flieh- oder Zentripetalkräfte, definiert durch das Gesetz des freien Falles der Körper.

Multiplizieren wir die Gleichung 2) mit der dritten Potenz der Halbmesser, so folgt

5) $\frac{N r^3}{N_1 r_1^3} = \frac{r^3 \mu^2}{r_1^3 \mu_1^2} = \frac{r^3 t_1^2}{t^2 r_1^3} = 1$, wie dies das dritte Gesetz Keplers besagt, wenn für alle diese Kreisbewegungen die treibende Kraft eine und dieselbe ist.

Die bewegende Kraft für alle Planeten erblicken wir in der Sonne und jene für die Monde eines Systems in dem bezüglichen Planeten, obschon die Planeten und die Monde, letztere als Massenteile der Planeten, und alle diese Massenteile als Massenteile der Sonne zunächst doch nur durch diese letztere selbst bewegt werden. Hinsichtlich dieser einheitlichen Kraftquelle folgt aus 5)

$\frac{N}{N_1} = \frac{r_1^3}{r^3}$ und nach unserer Definition der Lichtbeschleunigungen g_x und g_{x_1} für die Entfernungen r und r_1 von der Sonne; für den Lichtdruck, für die Ätherdichte, fanden wir

$\frac{g_x}{g_{x_1}} = \frac{r_1^3}{r^3}$ und es ist sonach

6) $\frac{N}{N_1} = \frac{r_1^3}{r^3} = \frac{g_x}{g_{x_1}} = \frac{R_1^3}{R^3}$, nachdem wir den mittleren Radius vektor der Planetenbahnen stets mit R bezeichneten.

Betreffs einer für den ganzen Raum gleichen Lichtgeschwindigkeit V^x nahmen wir aber zuvor an

$$6a)\ \frac{g_x T^2}{g_{x_1} T_1^2} = \frac{R_1^3 T^2}{T_1^2 R^3} = \frac{2 V_x}{2 V_x} = 1.$$

Reflektieren wir zunächst, um die weitere Diskussion zu vereinfachen, nur auf die kreisförmige Bewegung der Planeten um die Sonne, so bezeichnet N und N_1 nach dem nicht bewiesenen Prinzip der Massenattraktionen die Zentripetalkraft der Sonne für je einen Planeten in der Entfernung R, beziehungsweise R_1. Hiefür galt bislang nach den bekannten Theorien hinsichtlich der Masseneinheit

$$7)\ \frac{N}{N_1} = \frac{R \eta^2}{R_1 \eta_1^2} = \frac{R_1^2}{R^2}$$ und damit ergibt sich gegenüber 6) ein

Widerspruch, der ja, wie wir bereits gesehen haben, nicht der einzige und letzte wäre, weil, wie in 4), die Planetenmassen trotz des Begriffes Massenattraktion fehlen und weil zunächst N und N_1 auch nicht Massen, sondern eben nur Zentripetalkräfte zwischen der einen und der anderen Masseneinheit (der Sonne und der Planeten) darstellen sollen. Daraus hat man, wiewohl in scharfsinniger, aber doch nicht zutreffender Weise, gefolgert, die Masse der Sonne sei gleich $R^3 \eta^2$, jene eines Planeten gleich $r^3 \mu^2$ und somit das Verhältnis derselben

$$\frac{S}{M} = \frac{R^3 \eta^2}{r^3 \mu^2}.$$

Wir haben bereits bewiesen, daß diese Folgerung auch nicht richtig ist. Deshalb sagt unser Schiller: Das ist der Fluch der bösen Tat, daß sie ... nur von einem Wiederspruch zum anderen führt.

Die Gleichung 7) ist eine aus den Gleichungen 4) und 5) hervorgehende analytische Konklusion. Sie charakterisiert, wie in der Einleitung erwähnt wurde, jede wie immer geartete Bewegung im Kreise. Und weil in derselben die Massen fehlen, darum konnte und wollte sich Huyghens auch nicht dazu entschließen, jene These zu formulieren, die man das Gravitationsgesetz nennt.

Aus der Gleichung 3) ergibt sich auch jene

$$8)\ \frac{P.R}{P_1 R_1} = \frac{R \eta}{R_1 \eta_1} = \frac{R}{R_1}\sqrt{\frac{N}{N_1}}.$$

Das Produkt PR nennt man das Drehungsmoment und dasselbe ist also gleich dem Bogen, den ein bloß materieller Punkt oder auch ein solcher von der Masse gleich Eins infolge des wirkenden Drehungsmomentes

beschreibt. Damit sind wir wieder auf die Theorie des Hebels, mit der sich schon Archimedes beschäftigte und die er bei der Belagerung von Syrakus die römische Flotte sehr ausgiebig fühlen ließ, zurückgekommen, d. h. wir hätten den Ausgangspunkt in der Genesis der Theorie der Drehbewegungen angedeutet.

Den ungleicharmigen Hebel wollen wir nicht weiter in Betracht ziehen. Führen wir in 8) die Massen ein, so folgt

9) $P . M R = M R \eta$ und schreiben wir nach Newton für

$P . M = Q$, gleich einem Gewicht, so wird P zu einer Beschleunigung wie jene g und die letztere Gleichung besagt dann, je größer die Beschleunigung P ist, desto größer muß bei unserem gleicharmigen Hebel der Winkel η, d. i. die Winkelgeschwindigkeit sein. Durch

$Q R = Q R$ haben wir das Prinzip der Krämerwage vor

Augen, wobei η nicht gleich Null, sondern gleich Eins ist. (Metaphysik der Analysis.)

Hiemit wäre des sonst bekannten Zusammenhanges zwischen Dynamik und Statik, speziell aber betreffs der gleichförmigen Kreisbewegung, aus welcher wieder die ungleichförmige Drehbewegung nach dem für irgend eine ungleichförmige Beschleunigung aufgestelltem Gesetze abgeleitet werden kann, auch des Zusammenhanges zwischen der ungleichförmigen Drehbewegung und der Statik in einfachster Weise gedacht.

Ist es nun nicht merkwürdig, daß das Seitenstück zur gleichförmig beschleunigten geradlinigen Bewegung, die gleichförmig beschleunigte Bewegung im Kreise, in der Analysis gar nicht behandelt wird, während, wie wir bereits zur Genüge darlegen konnten, die Bewegung der Planeten um die Sonne und jene der Monde um ihren Planeten tatsächlich gleichförmig beschleunigte Bewegungen sind. Darüber ein anderes mal mehr.

Für unsere nächstliegenden Zwecke ist es von besonderem Belang, im Sinne der Gleichungen 3) und 8) hervorzuheben, daß für das Messen konstanter Kräfte, die eine gleichförmige Kreisbewegung verursachen, aus den nach dem Gesetze der Fliehkräfte gewonnenen Größen die Quadratwurzel zu ziehen ist.

Zu derselben Einsicht kommen wir nach dem Coulombschen Kraftgesetze

a) $F = \frac{e e_1}{r^2}$, wenn wir für die Kraft $F = P = Mg$, für r R

schreiben und $e = e_1$ setzen.

Nach den Fallgesetzen ist

$$g = \frac{v}{T}, \quad v = \frac{R}{T}, \text{ daher } g = \frac{R}{T^2}, \text{ somit}$$

$$P = M g = \frac{M R}{T^2} = M R T^{-2} = \frac{e^2}{R^2} \text{ und sonach}$$

b) $[e] = \sqrt{M R^3 \eta^2}$, wenn in allen Gleichungen für T stets $\frac{360}{\eta}$ gesetzt und 360 als konstante Größe und für alle gleichartigen Verhältnisse als ganz belanglos einfach unterdrückt wird.

Wir haben diese Gleichungen schon früher kennen gelernt und wir finden nun den Zusammenhang zwischen denselben und den Fallgesetzen einerseits und den Gesetzen der Drehbewegung andererseits.

Bei Aufstellung seines dritten Gesetzes über die Planetenbewegung hat sich nun Kepler nicht wie Newton um die Gesetze über den freien Fall der Körper gekümmert und sie stimmen damit dennoch überein. Denkt man auch an die bewiesene Übereinstimmung des Gesetzes der Fliehkräfte, d. i. als analytische Konklusion aus den Fallgesetzen und dem dritten Gesetze Keplers hervorgehend, so haben wir wohl viele Gesetze, in allen aber doch nur ein Gesetz, u. zw. rücksichtlich des Begriffes „Masseneinheit", und endlich kommen wir mit Coulomb zu Gesetzen über die Wirkung elektrischer Mengen [e] und magnetischer Massen [m], endlich kommen wir aus rein metaphysischen Anschauungen heraus und zu solchen physischer Natur.

Freilich kann man jetzt ebensogut ausrufen: Sind denn die Fallgesetze nicht auch physischer Natur wie nicht minder der Begriff „Gewicht"? Vergessen wir jedoch nicht, was in alle jene Gesetze hinein interpretiert wurde und hineingelegt werden mußte.

Eine reifliche Überlegung muß nunmehr hinsichtlich des Gravitationsgesetzes zu der Konklusion führen: Die erwähnten Gesetze beziehen sich nicht auf eine Fernwirkung zwischen verschiedenen kosmischen Körpern, sondern auf Wirkungen und Vorgänge innerhalb derselben, sofern die Sonne mit ihrer Ätherhülle und den darin schwimmenden Planeten, Monden und Kometen den einen, die Planeten mit ihren Hüllen und Monden den anderen Körper repräsentieren.

In der obigen Gleichung b) stoßen wir nun sofort wieder durch $R^3 \eta^2$ auf das dritte Gesetz Keplers. Wir müssen jedoch zuvor noch eine Analyse durchführen.

Für die Massenverhältnisse wie für die dynamischen Verhältnisse in dem binären System Erde-Mond war die Gleichung

1) $\frac{M R \eta^2}{m r \mu^2} = n^2 = \frac{T^2}{t^2}$ maßgebend.

Für das Verhältnis der bewegenden Kräfte folgt im Sinne der früheren Betrachtungen

2) $\sqrt{\frac{M R \eta^2}{m r \mu^2}} = n = \frac{T}{t}$.

Diese Gleichung stellt nach den früher angeführten Dimensionsgleichungen elektrostatischen und elektromagnetischen Maßsystems (C. G. S-System) sowohl das Verhältnis der elektrostatischen Potentiale der Erde und des Mondes als auch jenes der bezüglichen Stromstärke nach elektromagnetischem Maßsystem dar.

Bezeichnet man analog wie früher die Elektrizitätsmengen der Erde und des Mondes mit [e] und [e_m], jene nach dem elektrostatischen Maßsystem jedoch mit [e_s] und [$e_{m.}$] und die nach dem magnetischen System mit [e_a] und [$e_{m.}$], die Stromstärken mit [i] und [i_m] u. s. f., so ist

a) $\begin{cases} \frac{[e_s]}{[e_m]} = \frac{[i]}{[i_m]} = \sqrt{\frac{M R \eta^2}{m r \mu^2}} = n = \frac{T}{t} = \frac{e}{\sqrt{E}} = \sqrt{\frac{\delta}{\theta}} \\ \frac{[e_s]}{[e_a]} = R\,\eta; \quad \frac{[e_{m.}]}{[e_{m.}]} = r\,\mu, \text{ daher} \end{cases}$

b) $\left[\frac{e_s}{e_a}\right] \left[\frac{e_{m.}}{e_{m.}}\right] = \frac{R\,\eta}{r\,\mu}$ = dem Verhältnis der beiden Drehungsmomente (Gleichung 8).

Multipliziert man a) mit b), so folgt, nur symbolisch angedeutet,

c) a) $\times$ b) $= \frac{R}{r}$ = dem Verhältnis der Kapazitäten oder gleich jenem der elektromotorischen Kräfte [E] und [E_m].

Die Gleichung b) gibt den Unterschied zwischen dem elektrostatischen und elektromagnetischen Maßsystem betreffs der Masseneinheit und der Intensität ihrer Bewegung.

Nach dem elektrostatischen Maßsystem befindet sich die Elektrizitätsmenge, z. B. jene der Erde [e], in Ruhe gleich einer Masse m. Bewegt sich die Elektrizität längs eines Stromleiters, eigentlich in einem Isolator oder Dielektrikum, so geschieht dies mit der Lichtgeschwindigkeit $V_x = 300.000 = 3 \cdot 10^5$ *km*.

Wenn die bezügliche Theorie in ihren Dimensionsgleichungen nach dem elektromagnetischen Maßsystem

$[e_a] = \left[L^{1/2} M^{\frac{1}{2}}\right]$ und nach dem elektrostatischen Maßsystem

$[e_s] = \left[L^{3/2} M^{\frac{1}{2}} T^{-1}\right]$, mithin

d) $\frac{[e_s]}{[e_a]} = \left[\frac{L}{T}\right] = V_x$ = der Lichtgeschwindigkeit findet, so liegt hierin der Unterschied zwischen der Statik und Dynamik elektrischer Mengen, zwischen der Messung derselben mittels der Coulombschen Drehwage und mittels des Galvanometers.

Bei letzteren ist ein bestimmter Bewegungswiderstand ($R\,\eta$) der bezüglichen Masse zu überwinden, bei der Drehwage nicht. Mittels letzterer wird nur die Störung in einem Gleichgewichtszustand gemessen, mittels des ersteren die Kraft zur Bewegung einer Masse.

Ziehen wir nur die Bewegung der Erde in Betracht, so haben wir zufolge d), wenn für L wieder R gesetzt wird,

d_a) $\frac{[e_s]}{[e_a]} = \sqrt{\frac{M\,R^3\,\eta^2}{M\,R}} = R\,\eta$ und für die Erde und den Mond das Verhältnis der Elektrizitätsmengen nach dem elektromagnetischen Maßsystem

$$\frac{[e_a]}{[e_{m.}]} = \sqrt{\frac{M\,R}{m\,r}} = n^2.$$

Multipliziert man die beiden letzteren Gleichungen, so folgt

e) $\frac{[e_s]}{[e_{m.}]} = n^2\,R\,\eta = V_x = \{\, 8{\cdot}4765512$, also so gut wie V_x in Meter, weil $R\,\eta$ auch in Meter gerechnet wurde.

Erinnern wir uns, daß, wie schon früher erwähnt, durch η^2 die Konstante 360^2 in d_a) unterdrückt wurde, multiplizieren wir also diese Gleichung mit 360, so ist

$$360 . R\,\eta = [10^{15}\,g_x] = 10^{15}\left(\frac{e}{E}\right)^3.$$

Berücksichtigt man, daß die Bewegung um $R\,\eta$ für die Erde und den Mond in ihrer Bewegung um die Sonne eine gemeinschaftliche Größe ist, so sagt die Gleichung e).

Die elektrostatische Elektrizitätsmenge der Erde verhält sich zur elektostatischen Elektrizitätsmenge des Mondes wie die Lichtgeschwindigkeit und diese zur fortschreitenden Bewegung des binären Systems um die Sonne wie das Quadrat der Umlaufszeiten, nachdem

f) $\frac{V_x}{R\,\eta} = n^2$ ist.

Es wurde des öfteren schon erwähnt, daß aus mehrfachen Gründen auf mathematische Schärfe in allen Resultaten verzichtet werden muß. Solche Resultate wollen wir durch die Klammer [ ] kenntlich machen.

Gehen wir der Dimension L in der Gleichung d) nach, so ist

$L = T \,.\, V_x$ und T die in Sekunden ausgedrückte Umlaufszeit der Erde um die Sonne (siderische Umlaufszeit).

Die Rechnung gibt

$$L = T\,V_x = \left\{ \begin{array}{r} 7\cdot4991114 \\ 8\cdot4769361 \\ \hline 15\cdot9760475 \end{array} \right\} = [10^{16}].$$

Nimm man aber V_x in Kilometer und berücksichtigt man die synodische und anomalistische Umlaufszeit des Mondes, so erhält man weit genauer

$$g)\; T\,.\,V_x \frac{t_i}{t_a} = \left\{ 13\cdot0061225 \right\} = \left[10^{13} \right],$$ eine Größe, auf die wir später erneuert stoßen werden, wo wir uns das Getriebe eines kleinen Teiles des großen kosmischen Uhrwerkes ansehen wollen.

Wir wollen nun dem dritten Gesetze Keplers und den Konsequenzen des nicht bewiesenen Prinzips der Massenattraktionen noch weiter nachgehen.

Es ist

$$\frac{R^3\,\eta^2}{r^3\,\mu^2} = \left\{ 5\cdot4936007 \right.,$$ also etwas größer als V_x. Interessiert uns diese Differenz, so finden wir

$$\frac{R^3\,\eta^2}{V_x\,r^3\,\mu^2} = \left\{ 0\cdot0166646 \right\} = \left[\frac{\tau^2}{10\,\Theta^2} \right] = \left[\frac{M\,e\,f^2}{m\,r\,\mathfrak{d}^2} \right],$$ und nach Gleichung f)

$$h)\; \frac{R^2\,\eta}{r^3\,\mu^2} = n^2 \left[\frac{\tau^2}{10\,\Theta^2} \right] = n^2 \left[\frac{M\,e\,f^2}{m\,r\,\mathfrak{d}^2} \right] \text{ oder}$$

$$i)\; \frac{R^2\,\eta}{r^2\,\mu} = r\,\mu\,.\,n^2 \left[\frac{\tau^2}{10\,.\,\Theta^2} \right] = r\,\mu\,.\,n^2 \left[\frac{M\,e\,f^2}{m\,r\,\mathfrak{d}^2} \right].$$

Diese Gleichung ist von großem Interesse, weil der linke Teil derselben das Verhältnis der von den Vektoren in der Zeiteinheit überstrichenen Flächen, also jenes nach dem zweiten Gesetze Keplers, ausdrückt und weil sie zwei sehr verwickelte Bewegungsverhältnisse fast genau definiert, weil aus ihr mehrfache Bewegungsgleichungen abgeleitet werden können und weil in denselben von einem Gesetze der Massenattraktionen keine Spur zu entdecken ist.

Stellt nun das Verhältnis

$\frac{R^3 \eta^2}{r^3 \mu^2}$ fast V_x und nicht das Massenverhältnis der Sonne zur Erde dar, wie man dies bislang annahm, so finden wir anderseits

$$k) \sqrt{\frac{M R^3 \eta^2}{m r^3 \mu^2}} = \Big\{ 3{\cdot}7080179 \Big\} = \frac{R \eta}{r \mu} \sqrt{\frac{M R}{m r}}$$

und die Bedeutung dieses Verhältnisses wird uns sofort klar werden, indem wir uns nunmehr ganz ausschließlich den Größen oder Dimensionen nach dem elektromagnetischen Maßsystem zuwenden.

Für das Verhältnis der elektromagnetischen Massen, die Erde und den Mond als solche betrachtend, ist

$$k) \frac{[m]}{[m_m]} = \sqrt{\frac{M R^3 \eta^2}{m r^3 \mu^2}} = \frac{R}{r} n = \Big\{ 3{\cdot}7080179,$$

wie eben zuvor angeführt.

Für die beiden Elektrizitätsmengen ist

$$l) \frac{[e]}{[e_m]} = \sqrt{\frac{M R}{m r}} = n^2 = \frac{e^2}{E} = \frac{\delta}{\Theta}.$$

Für die Stromstärken

$$m) \frac{[i]}{[i_m]} = \sqrt{\frac{M R \eta^2}{m r \mu^2}} = n = \frac{e}{\sqrt{E}} = \sqrt{\frac{\delta}{\Theta}}.$$

Für die Wärmemengen, die durch die elektrischen Ströme pro Sekunde erzeugt werden

$$n) \frac{[w i^2]}{[w_m i_m^2]} = \frac{M R^2 \eta^3}{m r^2 \mu^3} = \frac{R}{r} n = \Big\{ 3{\cdot}7080179.$$

Für die Leitungswiderstände

$$o) \frac{[w]}{[w_m]} = \frac{R \eta}{r \mu} = \frac{R}{r . n} \Big\{ 1{\cdot}4558367 \Big\} = \left[\frac{V_x}{10^4} \frac{m r b^2}{M e f^2}\right].$$

Für die elektromotorischen Kräfte

$$p) \frac{[E]}{[E_m]} = \sqrt{\frac{M R^3 \eta^4}{m r^3 \mu^4}} = \frac{[m]}{[m_m] . n} = \frac{R}{r},$$

gleich dem Verhältnis der Kapazitäten.

Nach k) und n) verhalten sich die magnetischen Massen wie die Wärmemengen, welche durch die sie umfließenden Ströme erzeugt werden.

Diese These ist mit Rücksicht auf einen thermodynamischen Standpunkt für die Lösung des Problems der drei Körper von besonderem Belang.

Man findet ferner

$$\frac{n}{10^3} \sqrt{\left(\frac{M e f^2}{m r d^2}\right)^5} = \frac{\eta}{\sqrt{g_x}} \text{*)}.$$

Die Gleichung m) gibt auch das Verhältnis der elektrostatischen Potentiale.

Die Stromstärken in dem binären System Erde-Mond verhalten sich wie die elektrostatischen Potentiale beider Körper. Dieses Potentialverhältnis ist gleich dem Verhältnis der siderischen Umlaufszeit um den unmittelbaren Zentralkörper.

Zufolge Gleichung l)
ist das Quadrat des elektrostatischen Potentialverhältnisses gleich dem umgekehrten Verhältnis der Beschleunigungen, welche beide Körper während eines siderischen Umlaufes erfahren, oder gleich dem umgekehrten Verhältnis der Drehungswinkel der Apsidenlinie ihrer Bahn während eines siderischen Umlaufes.

Es ist also

$$n^2 = \frac{T^2}{t^2} = \frac{\delta}{\Theta} \text{ oder } \frac{\delta}{T^2} = \frac{\Theta}{t^2}, \text{ auch } \Theta T^2 = \delta t^2.$$

Θ und δ stellen also Beschleunigungskonstanten vor, wovon die erstere sich auf die Erd-, die letztere auf die Mondbahn bezieht.

Aus der Gleichung m) folgt

$$e : \sqrt{E} = \sqrt{\delta} : \sqrt{\Theta} = \sqrt{\delta} : \sqrt{\frac{E}{R}} \text{ oder}$$
$$e : \sqrt{R} = \sqrt{\delta} : 1.$$

Das Produkt der Gleichungen n) und o), das Produkt des Verhältnisses der Wärmemenge und des Leitungswiderstandes entspricht dem Quadrate der Kapazitäten oder dem Quadrate der mittleren Vektoren.

Ein besonderes Interesse beanspruchen die Verhältnisse der Zentripetalbeschleunigungen und der Umlaufszeiten des Doppelgestirnes, d. i.

$$\frac{M R \eta^2}{m r \mu^2} = n^2 = \frac{T^2}{t^2} = \frac{[i]^2}{[i_m]^2}, \text{ sonach für die Masseneinheit}$$

$$\frac{R}{r n^2} = \frac{R \eta^2}{r \mu^2} = \frac{[m]}{[m_m] n^3} = \frac{R [e_m]}{r [e]} = \frac{R [i]^2}{r [i_m]^2} = \frac{[w i^2]}{[w_m i_m^2] n^3} =$$

*) Läßt diese merkwürdige Übereinstimmung mit den astronomischen Theorien nicht darauf schließen, daß die Mondbewegung die sogenannten „Erdmagnetischen Variationen" verursacht?

$$= \frac{[w]}{[w_m]\,n} = \frac{[E]}{[E_m]\,n^2},$$ woraus für das Verhältnis der Umlaufszeiten

$$\frac{T}{t} = n = \frac{r\,[m]}{R\,[m_m]} = \frac{r\,[w\,i^2]}{R\,[w_m\,i_m^2]} \text{ und } n = \frac{[E]\,[w_m]}{[E_m]\,[w]} = \frac{[E]}{R\,\eta}\,\frac{r\,\mu}{[E_m]}$$ folgt.

Erinnern wir uns noch des Biot-Savartschen Gesetzes, welches zur Vervollständigung des elektromagnetischen Maßsystems herangezogen werden mußte, so haben wir noch das Produkt der Stromstärke und der Fläche (Querschnittsfläche) zu bilden, welche der Strom umfließt. Diese Flächen können sich nur auf die Kapazitäten oder Vektoren beziehen und wir haben demnach nach Gleichung m)

$$q)\quad \frac{[i]\,R^2}{[i_m]\,r^2} = \sqrt{\frac{M\,R^5\,\eta^2}{m\,r^5\,\mu^2}} \left\{ 6{\cdot}2899501 \right\} = [E] \left\{ 6{\cdot}3982602, \right.$$

genauer

$$\frac{[i]\,R^2}{[i_m]\,r^2} = R\,\eta\,\frac{t_i^2}{t_a^2}.$$

Das unter dem Wurzelzeichen stehende Verhältnis ist aber jenes der mechanischen Arbeiten zweier um ihre eigene Achse rotierender Kugeln bekannter Massen, Halbmesser und Winkelgeschwindigkeiten. Die Erde und der Mond, d. h. die Massen M und m rotieren aber mit den bekannten Winkelgeschwindigkeiten η und μ in ihren Bahnen vom Halbmesser R und r, u. zw. die erstere Masse um die Sonne, die letztere um die Erde.

Das Gesetz von Biot und Savart steckt uns also ein großes Licht auf, denn wir haben es offenbar mit zwei elektrischen Strömen zu tun, welche die beiden Zentralkörper Sonne und Erde umfließen, und auf das Prinzip von der in einer um ihre Achse sich drehenden Kugel aufgestapelten mechanischen Arbeit haben wir unsere früheren kosmologischen Betrachtungen aufgebaut.

Betreffs der Verhältnisse in der Bewegung des Doppelgestirnes Erde-Mond um die Sonne müssen wir, wie schon früher einmal erwähnt, die Kapazität R der Erde und jene r dem Mond zuschreiben, richtiger gesagt, wir können dies tun, sofern es sich stets eben nur um relative Bewegungen handelt, sofern wir in der Lage sind, auch bloß die inneren Vorgänge in dem System Erde-Mond ins Auge zu fassen, wie z. B. nach der im früheren Abschnitt entwickelten Gleichung

$$\frac{M\,E\,\eta^2}{m\,e\,\mu^2} = \frac{\delta}{\tau},$$ in welcher die Vektoren gar nicht vorkommen.

Das eigentliche und gemeinsame Agens für die Bewegung des Doppelgestirnes ist aber unbestreitbar die Sonne.

Der Zifferwert der Gleichung q) kommt jenem der linearen Exzentrizität der Erdbahn sehr nahe.

Weit wichtiger sind aber folgende ziemlich stimmende Resultate, die zu ermitteln das Gesetz von Biot und Savart, eigentlich das berührte kosmologische Gesetz, Veranlassung gibt, d. s.:

$$\frac{R^5 \eta^2}{r^5 \mu^2} = \left[10^{10} \frac{\sigma}{\nu}\right] \text{ und } \sqrt{\frac{R^5 \eta^2}{r^5 \mu^2}} = \left[10^5 \frac{R \eta^2}{r \mu^2}\right]$$

$$\frac{M R^5 \eta^2}{m r^5 \mu^2} = \left[10^{10} \frac{r \sigma \mu^4}{R \nu \eta^4}\right] \text{ und } \sqrt{\frac{M R^5 \eta^2}{m r^5 \mu^2}} = \left[10^5 . n^2 \sqrt{\frac{r \sigma}{R \nu}}\right]$$

Fassen wir n^2, d. i. das Quadrat des Verhältnisses der siderischen Umlaufszeiten, als eine Dielektrizitätskonstante auf, oder sagen wir, infolge des bestehenden Verhältnisses zwischen der Stromstärke und dem elektrostatischen Potential, d. i.

$\sqrt{\frac{M R \eta^2}{m r \mu^2}} = n$ — siehe Gleichung a) und m) — n sei das Verhältnis eines Lichtbrechungsexponenten und n^2 das Verhältnis der Dielektrizitätskonstanten, so ist es leicht, die Gleichungen a), b), e), f), h), i), dann jene l) bis p) untereinander zu vergleichen, zu definieren und auf die Dimensionsbegriffe nach l) bis p) zurückzuführen.

In dieser Beziehung ist die Gleichung f) im Sinne der elektromagnetischen Lichttheorie von Maxwell wohl die interessanteste. Denn nach dieser Theorie bedeutet dann

$R \eta = \frac{V_x}{n^2}$ eine Geschwindigkeit, jedoch nicht in ihrer radial fortschreitenden Richtung, welche Geschwindigkeit eben jener des Lichtes oder V_x gleich ist, sondern in einer darauf senkrechten Richtung, d. i. in der Richtung der Bahn der Erde, und gleichzeitig den Widerstand, welchen die Masseneinheit der Erde diesen Licht-Wellen entgegensetzt. Hierauf müssen wir aber in unseren Betrachtungen über die Theorie des Lichtes ohnehin zurückkommen. Des Anschlusses halber wollen wir hier noch erwähnen, daß nach der Lichttheorie n das Verhältnis der Lichtbrechung beim Übertritte des Lichtes aus einem Medinm in ein zweites, dichteres Medium vorstellt.

Die Gleichungen für die Lichtgeschwindigkeit müssen wir jedoch, um den Faden nicht zu zerreißen, schon jetzt entwickeln.

Die Hauptgleichung

r) $V_x \Theta = \frac{R}{r} n = \frac{R . T}{r t}$ haben wir bereits früher erwähnt.

Dieselbe ergab sich wohl nicht von selbst und es dürfte darum angezeigt sein, hierüber einiges zu erwähnen, zumal diese Gleichung nicht aus

den Theorien über Elektrizität und elektrische Wellen entsprang, sondern intuitiv zu stande kam, infolge ihrer Bestätigung aber die Ursache war, den Zusammenhang zwischen kosmischer Dynamik und den Theorien über Elektrizität und Licht aufzusuchen.

Der Ausdruck $\frac{RT}{rt}$ läßt sich rein analytisch zergliedern. Wenn zwei Bewegungen auf eine und dieselbe Kraftwirkung zurückzuführen sind, so wird in jener der größere Widerstand zu überwältigen sein, für welche eine größere Zeit erforderlich ist, d. h. also, welche mit geringerer Geschwindigkeit vor sich geht. Das stimmt mit dem absoluten Begriff „Zeit" und seiner Herleitung aus kosmischen Vorgängen und Erscheinungen überein. Es ist nun ein Prinzip der Mechanik und speziell ihrer Theorie über die für die Bewegung einer Last zu leistende mechanische Arbeit, daß, was an Kraft erspart wird, an Zeit verloren geht. Dieses Prinzip enthält genau so wie jenes über die Erhaltung der Energie eine absolute und allgemeine Wahrheit oder Erkenntnis.

Sind die Wege und die angewandte Kraft gleich groß, so ist nach dem ersteren Prinzip oder nach dem obigen Ausdruck zu schließen, daß die zu bewegenden Gewichte sich wie die Zeiten verhalten müssen. Wir können uns also unter T und t auch denselben proportionale Gewichte, Bewegungsdrucke oder Kräfte vorstellen, also $\frac{P.R}{p.r} = \frac{T.R}{t.r}$ schreiben, womit wir wieder beim Prinzip des Drehungsmomentes, des Hebels und der Wage angelangt sind, bei einem allgemeinen Prinzip für das Messen und Vergleichen aller Kräfte.

Aus $\frac{T.R}{t\,r} = \frac{P\,R}{p.r} = \frac{R\sqrt{\delta}}{r\sqrt{\Theta}} = \frac{R}{r}\,n$ müssen wir entnehmen, daß das eben beleuchtete Prinzip auch für ungleichförmige oder beschleunigte Drehbewegungen gilt, wenn wir hiebei im Auge behalten, daß betreffs zweier solcher Bewegungen die bewegende Kraft eine und dieselbe ist. Die Drehungsmomente verhalten sich dann wie die bei einer vollen Umdrehung zurückgelegten Wege, dividiert durch die Quadratwurzel aus der Beschleunigung während dieses Weges*).

Hiemit hätten wir zunächst wieder rein spekulativ oder auch auf metaphysischem Wege ein Prinzip entwickelt, welches ebenso wie jenes von

*) Im übrigen denke man an die Masseneinheit und daran, daß n das Verhältnis der Oberflächen darstellt.

der Erhaltung der Energie sich in jedem konkreten Falle bestätigen läßt, aber so wie dieses uns keinen Anhaltspunkt bietet, um zu konkreten Verhältnissen zu gelangen, um z. B. die Massen oder Gewichte (auch Bewegungsdrucke) zu bestimmen, wie dies durch die Gleichung

$$\frac{M R \eta^2}{m r \mu^2} = n^2 = \frac{\delta}{\theta} \text{ geschah oder auch durch } \frac{M R \theta^2}{m r \delta^2} = 1.$$

Wenn wir uns aber nicht um voraussetzungslose, hingegen um prüfende Wissenschaft kümmern, so liegt es nach den Betrachtungen über die Erd-Mondbewegung nahe, in der gemeinsamen Annäherung und Abstoßung der Erde und des Mondes während ihrer Bewegung um die Sonne die Ursache für ihre Beschleunigungen, die doch Zeugnis für periodische Bewegungsimpulse ablegen, zu erblicken, d. h. diese Ursache entweder im Lichtdruck g_x oder in der Lichtgeschwindigkeit zu suchen, beziehungsweise in der Exzentrizität der Erdbahn als der gemeinsamen Bahn des Doppelgestirnes um die Sonne.

Hiezu gehört allerdings noch eine weitere Voraussetzung, die auch das Verhältnis der Oberflächen beider Gestirne aufdrängt und a priori so weit geht, daß selbst die Massen und Gewichte beider Körper mit den berührten Größen im Einklang stehen müssen.

Bei der bekannten Lichtgeschwindigkeit V_x war es, wie der Leser sehen wird, möglich, die angeführten Voraussetzungen zu prüfen; es wurde aber auch nötig, weiteren Wechselbeziehungen und Untersuchungen nachzugehen.

Länge und Breite wirken ermüdend und um dem zu entgehen, kann und wird der Leser manches überschlagen, wenn sein Interesse nicht so weit reichen sollte, um ihn durch die Mühe, der wir ihn entheben wollten, einigermaßen entschädigen zu können.

Für die Gleichung r) können wir auch schreiben

$$\text{r)} \quad \frac{r\theta}{R n} V_x = \frac{r \theta \sqrt{E}}{R e} V_x = \frac{r\theta}{R}\sqrt{\frac{\theta}{\delta}}\, V_x = \frac{r}{R}\sqrt{\frac{\theta^3}{\delta}}\, V_x = 1.$$

Weiters führen wir noch einige bereits bekannte Relationen an:

$$\text{s)} \quad \begin{cases} \dfrac{M R \eta^4}{m r \mu^4} = \dfrac{M R \theta^2}{m r \delta^2} = \dfrac{M R e^4}{m r E^2} = 1 \\[2ex] \dfrac{M R \theta^2}{m r \tau^2} = \dfrac{\delta^2}{\tau^2} = k\dfrac{\tau^2}{\theta^2} = n^4 \dfrac{\theta^2}{\tau^2} = n^4 \sqrt{k} \\[2ex] \dfrac{M g}{m g_m} = k = \sqrt{\dfrac{r^3 \mu^2}{d^3 \lambda^2}} \\[2ex] \dfrac{R}{r} = \sqrt{\dfrac{E}{\sqrt{k}}}; \; e = \sqrt{R\delta} = \dfrac{360^0}{\theta} \text{ und daraus kann} \end{cases}$$

sich der Leser Lichtgleichungen entwickeln, je nach den Größen, deren Wechselbeziehung zur Lichtgeschwindigkeit von momentanem Interesse sein sollte.

Ein allgemeineres Interesse besitzt die Lichtgleichung

$$\text{t)}\quad \frac{2\,R\,\pi}{V_x} = \frac{R\,\eta^2}{g_x\,p} = \frac{M\,R\,\Theta^2}{m\,r\,\tau^2},$$ insbesondere hinsichtlich der beiden ersten Glieder, da in denselben der Atmosphärendruck p per m^2 der Erdoberfläche auftritt. Darnach ist

$$\text{u)}\quad \eta = \sqrt{\frac{2\,\pi\,g_x\,p}{V_x}}$$ und für die mittlere Winkelgeschwindigkeit der Erde um die Sonne fanden wir früher

$$\eta = \frac{\tau}{\delta}\sqrt{\frac{r\,\mu}{R}}$$ und für μ wieder

$$\mu = \frac{m\,e^2\,n^2}{M\,E^2} = \frac{e^2}{E^2}\sqrt{\frac{m\,R}{M\,r}} = \sqrt{\frac{g_m\,r^2\,R\,\eta^4}{g.d^2\,\lambda^2}} = \frac{\tau^2\,r\,\mu^2}{\delta^2\,R\,\eta^2}.$$

Hiemit lassen sich noch neue Lichtgleichungen aufstellen, die aber erst dann von eminentem Werte wären, sollten oder könnten wir über die Größe des Atmosphärendruckes auf dem Monde bestimmte Indizien finden, was uns bisher nicht gelang.

Die für die Winkelgeschwindigkeiten η und μ eben angeführten Gleichungen ((u) und folgend) weisen auf Größen hin, welchen man durch folgende Ansätze Rechnung tragen kann:

$$\alpha)\ p = \frac{g\,\delta^2}{g_m\,\tau^2};\quad \beta)\ \frac{M\,g}{m\,g_m} = k;\quad \gamma)\ \frac{p}{n^2} = p_m,$$ wenn p_m den mittleren Atmosphärendruck auf dem Mond bezeichnet.

Man findet daraus

$$p = k\,.\,\frac{m\,\delta^2}{M\,\tau^2}\ \text{und}\ p_m = k\,\frac{m^2\,r\,\mu^2\,\delta^2}{M^2\,R\,\eta^2\,\tau^2} = \frac{g.r\,m^2\,\delta^2}{g_m\,R\,\eta^2\,\tau^2}$$ und damit

$$\text{v)}\quad \frac{p}{p_m} = \Big\{\ 2{\cdot}233186\ \Big\{\ \text{etwas kleiner als } n^2 \text{ oder } \frac{p}{p_m}\sqrt[3]{\left(\frac{t_1}{t_2}\right)^2} = \left[n^2\right].$$

Um jeden Zweifel hinsichtlich dieses Resultates auszuschließen, müssen wir nochmals auf die Gleichungen t) und u) hinweisen. Da

$$\frac{g_x}{V_x} = \frac{2}{T^2}\ \text{und}\ \eta = \frac{360}{T}$$ ist, so folgt aus u)

$$\frac{p}{360} = \frac{360}{4\,\pi}\ \Big\{\ 4{\cdot}0134061,$$ womit der merkwürdige Zusammenhang oder auch Relativismus zwischen dem Atmosphärendruck und den analytischen sowie astronomischen Rechnungsgrößen 360° und $2\,\pi$ seinen

Ausdruck erhält. Die 360 Grade des Kreisumfanges sind also die mittlere geometrische Proportionale zwischen dem Atmosphärendruck p und dem doppelten Umfang eines Kreises vom Halbmesser gleich Eins, nachdem ja die Bewegung aller Planeten Monde eine ungleichformige, in den beiden Bahnhälften aber eine gesetzmäßig gleiche ist. Der Atmosphärendruck ist demnach offenbar ein durch die Hülle der Erde fortgepflanzter kosmischer Bewegungs- oder auch Verdichtungsdruck, wenn man von aller Bewegung absieht und sich auf den Standpunkt des Analytikers betreffs des Begriffes „relatives Gleichgewicht" stellt.

Wir müssen nun auch auf die elektromagnetischen Dimensionsgleichungen zurückkommen, um dieselben zu generalisieren, um deren Synthesis zu würdigen, um etwa auch darlegen zu können, daß wir die maßgebendsten kosmischen Größen hinreichend genau ermittelt haben.

Es ist

$$\text{I)}\quad \frac{[m]}{[m_m]} = \frac{[w\, i^2]}{[w_m\, i_m^2]} = \sqrt{\frac{M R^3}{m r^3 n^3}} = \frac{M R^5}{m r^2 n^3} = \frac{R}{r} n = \{\ 3{\cdot}7080179$$

Wegen

$$\left(\frac{\Theta}{T}\right)^2 = \rho^2 \text{ und } \left(\frac{\tau}{t}\right)^2 = \rho_m^2 \text{ folgt } \frac{r \rho_m^2}{R \rho^2} = \{\ 0{\cdot}7079495, \text{ somit}$$

ganz allgemein

$$\frac{r \rho_m^2}{R \rho^2} = \frac{R n}{r\, 10^3} = \frac{g.10}{R\, r_1^2} \text{ und hieraus}$$

$$\text{x)}\quad \frac{R^2 \eta . \mu}{r} = g.10^4 = [g.p], \text{ ferner}$$

$$\text{y)}\quad g = \frac{M \eta^2 c_m^2 t_1}{m \mu^2 \rho^2 t_2} = \{\ 0{\cdot}9902857, \text{ während, wie schon früher}$$

erwähnt, aus einer ganz allgemeinen Bewegungsgleichung für das Doppelgestirn Erde-Mond in seiner Bahn um die Sonne

$$g = \{\ 0{\cdot}9903095 \text{ resultiert.}$$

Die Rechnung gibt ferner

$$\text{z)}\quad \frac{M R \rho^2 r_1^2}{m r \rho_m^2 \mu^2} = \{\ 0{\cdot}0883950\ \} = \left[\frac{\Theta}{\sigma}\right]$$

Da wir hiemit gewissen Ungleichheiten infolge der Beschleunigungen oder, wie die Astronomie gerne sagt, gewissen Störungen einmal nähergetreten sind, so wollen wir dieselben gleich weiter verfolgen.

Es ist

$$\sqrt[3]{\frac{\sigma}{\nu}} = \{\ 0{\cdot}2193227;\ \frac{E^3}{e^3} = \{\ 6{\cdot}2191185 \text{ und}$$

$$\left(\frac{E\,\tau}{e\,\delta}\right)^3 = g = \{\ 0{\cdot}9892383;\ \left(\frac{\delta}{\tau}\right)^3 = \{\ 3{\cdot}2298802$$

$R\,\eta = \{\ 6{\cdot}2243695$, somit, grob genommen

$$\left(\frac{E}{e}\right)^3 = 10^6 \sqrt[3]{\frac{\sigma}{\mu}};\ R\,\eta = \left(10\,.\,\frac{\delta}{\tau}\right)^3$$

$$\frac{R}{T\,.\,v_a} = \{\ 1{\cdot}0005708,\ \frac{M\,e\,f^2}{m\,r\,b^2} = \left[\frac{1}{10}\,\frac{\tau}{\theta^2}\right]$$

$$\frac{M\,X_e\,\theta^2\,\sigma}{m\,X_m\,\tau^2\,\nu} = \{\ 1{\cdot}9074877;\ \frac{M\,R\,\theta^2}{m\,e\,\varphi^2} = \{\ 1{\cdot}9051142 \text{ und } \frac{X_e\,\varphi^2\,\sigma}{X_m\,\tau^2\,\nu} = \left[\frac{R}{e}\right]$$

Eine kleinere Änderung der Werte für σ und ν des Präzessions- und Nutationswinkels) dürfte sich übrigens bei genauer Beachtung der Erd-Mondbewegung von selbst ergeben, wenn die Mittelwerte von σ und ν aus einer Nutationsperiode von $N = 18{\cdot}59905$ siderischen Jahren ermittelt werden.

Betrachten wir, wie zuvor die Erde und den Mond, nunmehr auch die Sonne und die Erde als magnetische Massen und gleichzeitig deren Verhältnis, bezeichnet D_s und λ_s den Halbmesser, beziehungsweise die Winkelgeschwindigkeit der Rotation der Sonne um ihre Achse, so haben wir analog der früheren Gleichung

$$\frac{[m_s]}{[m]} = \sqrt{\frac{S\,.\,D_s^3\,\lambda_s^2}{M\,R^3\,\eta^2}} = \{\ 1{\cdot}0258575\ \{ = \left[\frac{\tau^2}{\theta^2}\right],$$ wobei die

Präzession, Nutation und das Verhältnis der synodischen anomalistischen Umlaufszeit des Mondes außer acht gelassen sind, und wir sehen, daß es sich rücksichtlich des Begriffes Masse immer nur um Potential-, Energiebegriffe oder auch um Wärmemengen und um die Stärke elektrischer Ströme handelt. Denn die letztere Gleichung enthält in der Form des Gesetzes von Biot und Savart

$$\text{II)}\ \frac{[m_s]}{[m]} = \frac{[w_s\,i_s^2]}{[w\,i^2]} = \frac{D_s^2}{R^2}\sqrt{\frac{S\,D_s\,\lambda_s^2}{M\,R\,\eta^2}} = \frac{D_s^2}{R^2}\left[\frac{\tau^2}{\theta^2}\right]$$ alle Größen

und Begriffe, welche das S. G S.-System in sich schließt und welche infolgedessen, daß n sich auf das Verhältnis von Winkelgeschwindigkeiten bezieht, daher je nach dem in Betracht gezogenen System — Sonne-Planet oder Planet und Mond — einen verschiedenen, jedoch bekannten Wert besitzt, auch

mit der Lichtgeschwindigkeit und dem Lichtdruck in Verbindung gebracht werden können, weil, wie bewiesen, hinsichtlich der Erde und ihres Trabanten

$$\text{III)}\quad R\,\eta = \frac{V_x}{n^2} \text{ ist.}$$

Die Lichtgeschwindigkeit V_x ist für den Raum des Sonnensystems, ja selbst für den Kosmos dieselbe und auch für die Bewegung der Monde um ihren Planeten besteht das dritte Gesetz Keplers.

Befriedigt uns die Gleichung II) nicht, weil die Kapazität und die Wärmezone der Sonne sich doch nicht auf die Fläche D_s^2 beschränkt, sondern auf jene ihres ganzen Systems, so erhalten wir im Sinne der Gleichung I)

$$\text{II}_s)\quad \frac{[m_s]}{[m]} = \frac{R^2}{D_s^2}\sqrt{\frac{M\,R\,\eta^2}{S\,D_s\,\lambda_s^2}} = \left\{\ 5\cdot 7021487\ \right\} = \left[10^2\,\frac{R}{r}\ n.\right]$$

Definiert II) für das binäre System Erde-Mond das Verhältnis der Bahnexzentrizitäten, so definiert jene II_s) das Verhältnis der Wärmemengen und $10^3\,\frac{R}{r}\,n = \Theta\,V_x^{\text{met.}}$, wäre damit begründet, daß wir, wie $R\,\eta$, g, g_x und p in Meter oder per m^2, so auch V_x in Meter zu rechnen hätten, während Θ eben einen Winkel, den Beschleunigungswinkel der Erde in ihrer Bahn um die Sonne, darstellt.

Berücksichtigen wir nun noch, daß $R^3\,\eta^2$ für alle Planeten eine konstante Größe ist, so wird es klar, von welcher Bedeutung eine genaue Kenntnis der Planetenmassen sein muß, wie nicht minder der bezüglichen Bahnexzentrizitäten.

Die Gleichungen I, II und III würden also ein astronomisch-physikalisches Theorem in sich schließen.

Wenden wir dasselbe auf die Erde und ihren Satelliten sowie auf Jupiter (J) und seinen Mond IV an, so ist

$$n^2 = \left(\frac{T}{t}\right)^2 \text{ und } n_{IV}^2 = \left(\frac{T_J}{t_{IV}}\right)^2 \text{ und aus III) folgt}$$

$$\frac{R\,\eta}{R_J\,\eta_J} = \frac{n_{IV}^2}{n^2}, \text{ ebenso}$$

$$\frac{R_J}{R} = \frac{t_{IV}^2\,T}{t^2\,T_J} = \frac{R^2\,T_J}{R_J^2\,T} \text{ oder } \frac{t^2}{t_{IV}^2} = \frac{R_J^3\,T^2}{R^3\,T_J^2}$$

Die Rechnung nach III) gibt aber in der Tat

$$\frac{n_{IV}^2\,R_J\,\eta_J}{V_x} = \left\{\ 0\cdot 2180172\ \right\} = \left[\sqrt[3]{\frac{\sigma}{\nu}}\right], \text{ was insbesondere}$$

die Astronomen interessieren muß.

Eine weitere Betrachtung und Ausführung dieses Theorems führt auf das spezifisch astronomische Gebiet, welches einer besonderen Abhandlung vorbehalten bleiben soll.

Physik und Astronomie sind aber zwei unzertrennliche Zwillingsschwestern: die erstere umfaßt alles, worauf sich der Begriff „äußere Sinneswelt“ bezieht, jedoch nicht etwa im engsten Sinne dieser Begriffsbezeichnung, die sich nach allem als unzureichend erwiesen hat, denn wir sehen heute unvergleichlich mehr, als Aristoteles sah und sehen konnte.

Die Lehre vom Licht und die Bewegung des binären Systems Erde-Mond.

Auf die Lehre vom Licht müssen wir etwas näher eingehen, weil des öftern vom Lichtdruck oder von der Dichte des Äthers, von dessen Bewegungs- auch Energiezuständen gesprochen wurde, und weil endlich bereits eine größere Zahl von Lichtgleichungen abgeleitet wurde, ohne dieselben zu diskutieren.

Von der genannten Lehre verdienen eine besondere Beachtung:

1) Die allgemeinen Voraussetzungen derselben,
2) die Brechungsgesetze und die Beugung des Lichtes,
3) die Polarisation des Lichtes und
4) die elektromagnetische Lichttheorie von Maxwell.

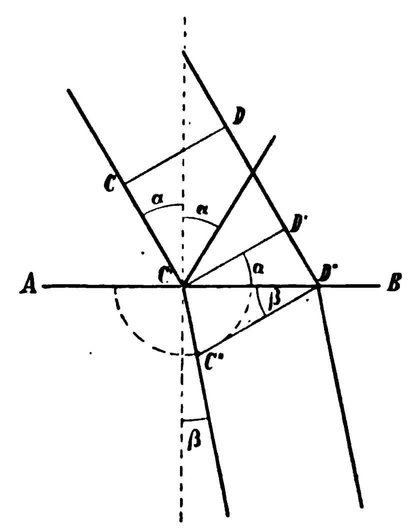
Wir werden hinsichtlich dieser vier Punkte auf scheinbare Widersprüche stoßen, die einerseits eine Aufklärung erheischen, anderseits zu bestimmten Folgerungen führen müssen, und wir ziehen es vor, diese, so weit als tunlich, auch punktweise hervorzukehren.

ad 1) Ähnlich wie zur Erklärung der Schallerscheinungen, als deren Ursache ein schwingender Körper und die Übertragung dieser Schwingungen auf die Luft sowie auch die Fortpflanzung jener durch letztere angesehen wird, setzt man für alle Lichterscheinungen einen Bewegungs- (Oszillations-) Zustand eines Körpers (der Sonne oder sonstigen Beleuchtungskörpers) voraus. Für die Fortpflanzung dieses Bewegungszustandes muß nun angenommen werden, der ganze Raum sei mit einem sehr feinen Stoffe, dem sogenannten Lichtäther angefüllt. Dieser ist der Träger des Lichtes (überhaupt aller Energien) und durch denselben gelangt das Licht in unser Auge. Die Schall- wie die Lichtwellen pflanzen sich im allgemeinen geradlinig fort und man schließt daraus auf eine überall gleichartige Beschaffenheit des Forpflanzungsmediums.

Der ganze Raum ist also mit Äther angefüllt, und doch wird von einer Lichtgeschwindigkeit im „leeren“ Raume

gesprochen; das Fortpflanzungsmedium ist gleichartig und doch mußten wir dem Lichtäther eine im Raume verschiedene Dichte zuschreiben; die Lichtwellen pflanzen sich im Raume geradlinig fort und wir mußten annehmen, daß der Äther im Raume rotiere, ähnlich wie die Atmosphärenhülle der Erde, und zwar nach dem dritten Gesetz Keplers. Wir mußten den Gesichtspunkt einnehmen, der Äther rotiere im leeren Raume ohne Widerstand um die Sonne und mit dem Äther rotieren auch alle Planeten und Monde nm die Sonne und zwar in Kreisen, und letztere gestalten sich nur infolge eines Oszillationszustandes von und zur Sonne, wobei die Hüllen, die Isolatoren oder Dielektrika die bekannte Rolle spielen, zu Ellipsen.

ad 2) Für die Brechung des Lichtes, Fig. 2, beim Übergang eines Lichtstrahles aus dem Medium oberhalb der Trennungsebene A B in jenes unterhalb derselben lehrt die Physik (Jäger, II, § 12).



$$1)\ \frac{D'D''}{C'C''} = \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{c}{c'} = n.$$

Danach bedeutet der Brechungsexponent n das Verhältnis der Lichtgeschwindikeiten c und c' in den beiden Medien. Der Brechungsexponent n wird auch häufig als das Verhältnis der „optischen Dichte" betrachtet. In dieser Beziehung sagt man, das Licht pflanzt sich im **leeren** Raume am schnellsten fort, und es wird beim Eintritt in ein anderes Medium um so stärker gebrochen, je geringer (infolge der größeren optischen Dichte) die Fortpflanzungsgeschwindigkeit in diesem Medium ist, ferner je dichter der in einem Körper enthaltene Äther (je größer die optische Dichte des Körpers) ist, desto geringer ist die Elastizität dieses Äthers.

Wir müssen nun allerdings einen Unterschied machen zwischen einem speziell physikalischen Experiment und zwischen jenem, welches uns die Natur in dem binären System Erde-Mond vorführt. Anderseits müssen wir aber doch eine gewisse Synthese auch hinsichtlich des Brechungsgesetzes vermuten und diese aufsuchen.

Wir können in dem Verhältnis n kurzweg eine Ablenkung oder auch Drehung des Lichtes erblicken. Zufälligerweise haben wir auch das Ver-

hältnis der Winkelgeschwindigkeit des Mondes um die Erde und jenes beider Gestirne um die Sonne mit n bezeichnet. Die raschere Drehung des Mondes um die Erde konnten wir nur dem Einfluß der Erde, ihrer bis zur Abtrennung der Mondmasse gesteigerten Achsendrehung zuschreiben. Ein durchaus nicht voreingenommener Standpunkt führte betreffs des mittleren Atmosphärendruckes auf der Erde und dem Monde zu dem allgemeinen Ergebnis

2) $\frac{p}{p_m} = n^2$, ein Umstand, der auch für den Punkt 4), für Maxwells elektromagnetische Lichttheorie, von besonderer Bedeutung ist.

Nach den Gesetzen für die Lichtbrechung müßten wir hinsichtlich unseres binären Systems annehmen, die optische Dichte der Erdhülle sei n mal so groß als jene des Mondes, und weil dieser infolge seiner exzentrischen Bahn bei jedem Umlauf in die Isolierhülle der Erde taucht, wird seine Drehungsgeschwindigkeit eben auch n mal größer als jene der Erde um die Sonne. Diese Erklärung stünde auch mit dem Gesetz über die Zentripetalbeschleunigung der Masseneinheit ohne Rücksicht auf den Vektor im vollen Einklang. Die Bahngeschwindigkeiten (Drehungsgeschwindigkeiten) sind $R\,\eta$ und $r\,\mu$, die gedachten Beschleunigungen $R\,\eta^2$ und $r\,\mu^2$. Darin läge nur Synthese. Doch dürfen wir nicht die Widersprüche verheimlichen, selbst wenn sie nur scheinbare sein sollten.

Wir nennen die durch terrestrische Versuche ermittelte Lichtgeschwindigkeit V_x jene „im leeren Raum“, vielleicht auch jene „im Raum, der vom Lichtäther ausgefüllt ist“. Das Licht, insbesondere das Sonnenlicht, gelangt aber zu uns erst nach Durchdringung der Atmosphärenschichte der Erde. Die Mächtigkeit dieser Hülle kennen wir nicht; wir wissen nur nach Versuchsergebnissen, daß die Lichtgeschwindigkeit im Wasser tatsächlich geringer ist als jene in der Luft, doch sind wir uns keinesfalls über die Dichte des in der Luft eingeschlossenen Äthers sowie über die Rolle, welche die Luft hinsichtlich der Fortpflanzung des Lichtes spielt, ganz klar, wenn wir von der atmosphärischen Refraktton des Lichtes und von der Aberration desselben infolge der Bewegung der Erde absehen. Zu behaupten, die Atmosphären hülle der Erde sei betreffs ihres Verhältnisses zur Entfernung von der Sonne verschwindend, das geht nicht gut an. Beim Experiment über die Lichtbrechung müssen wir ferner die Trennungsebene der beiden Medien durch eine Glas- oder Kristallplatte ersetzen und endlich stets einen schief einfallenden Lichtstrahl ins Auge fassen, somit eigentlich den Fall der sogenannten atmosphärischen Refraktion. Die Luft ist endlich ein Gasgemenge und es wurde bereits genug oft betont, daß die Isolierhülle der Erde nur durch

die ihr von der Sonne zugeführte Wärme besteht und von derselben eine gewisse Menge absorbiert, u. zw. als latente Wärme, die zur Erhaltung eines bestimmten, wenn auch schwankenden Energiezustandes der Erdhülle aufgewandt wird. Betrachten wir diesen inneren Energiezustand seinem Mittelwert nach als konstant oder stationär, so handelt es sich im allgemeinen nur um die Wirkungen des Lichtes und der Wärme, die im großen und ganzen auf die Isolierhülle der Erde und des Mondes ausgeübt werden. Das darzulegen, ist aber erst später möglich.

Die Beugung des durch eine Spalte einfallenden Lichtes gestattet die Geschwindigkeit v desselben, dessen Wellenlänge λ und die Schwingungszahlen des Lichtes verschiedener Farbe zu bestimmen, indem für letztere die Relation

$$n = \frac{v}{\lambda} \text{ besteht.}$$

Bei der Lösung dieses physikalischen Problems ist $v = V_x$ gleich der bekannten Lichtgeschwindigkeit und an die Stelle der Lichtgeschwindigkeit $C' C'' = c'$ in Fig. 2 tritt λ, die Wellenlänge. Denn, denkt man sich das Stück $C' D''$ der Geraden A B hinweg, so sind C' und D'' die Kanten der Spalte, durch die das Licht einfällt und gebeugt wird.

Wir wollen und können auf die etwas weitläufigen Theorien über Brechung und Beugung des Lichtes nicht näher eingehen, da es genügt, nunmehr auf zwei wesentliche Umstände hinzuweisen.

Die Physik lehrt, wie schon einmal erwähnt wurde, daß in dem Verhalten von Licht- und Wärmestrahlen kein Unterschied nachzuweisen ist, wenn von der Bewegungsintensität in der Richtung des Lichtstrahles und in der Richtung der Wärmewellen abgesehen wird. Der zweite wesentliche Umstand wäre aber jener, daß wir alle Prozesse, die wir an der Brechung und Beugung des Lichtes, an den Farben dünner Plättchen, an den Newtonschen Farbenringen ꝛc. studieren können, bezüglich der Vorgänge im Kosmos auch umkehren können, u. zw. vom Standpunkte des Prinzips, daß jeder Wirkung eine gleiche Gegenwirkung entspricht, wenn die gegenseitig einwirkenden Körper vollkommen elastisch sind, und wenn dies nicht der Fall ist, daß dann eine gewisse Arbeit zu anderen Wirkungen innerhalb der bezüglichen Körper selbst aufgebraucht wird.

Die Lichttheorie kann, weil sie sich eben nur mit den Schwingungszuständen eines unwägbaren Körpers, des Äthers, befaßt, weder mit Massen noch mit Volumsdichten rechnen und ein Glas, Kristall ꝛc. ohne Äthergehalt uns vorzustellen, das vermögen wir einfach nicht. Die Modifikationen, welche das gebrochene, gebeugte, insbesondere aber das polarisierte Licht aufweisen, müssen also eine spezielle Ur-

sache besitzen, die im allgemeinen auf irgend eine geleistete mechanische Arbeit zurückzuführen ist.

ad 3). Daß diese Behauptung zutrifft, das lehrt die theoretische Physik zunächst hinsichtlich der Polarisation des Lichtes bei der Reflexion.

Die theoretische Behandlung dieses Problems findet man in der schon mehrfach zitierten theoretischen Physik von Dr. Jäger (II, § 23), übrigens auch in jedem Lehrbuch der Physik. Wir müssen dieser ersteren Abhandlung einiges wortgetreu entnehmen, was der Autor uns wohl nicht verübeln dürfte, zumal wir allen Rechnungen aus dem Wege gehen. Der Autor sagt:

„Malus machte die Beobachtung, daß Licht, durch einen Turmalin betrachtet, verschiedene Erscheinungen hervorruft, je nachdem es direkt oder erst nach vorhergegangener Reflexion an einer ebenen Fläche den Turmalin passiert". Das Licht erfährt also durch die Reflexion eine Veränderung, die man Polarisation nennt. Fresnel wußte diese Erscheinung in mathematische Formeln zu fassen; er sah sich jedoch dabei genötigt anzunehmen, daß die Ätherteilchen Schwingungen vollführen, welche senkrecht zur Fortpflanzungsrichtung des Lichtes stattfinden. Wir können von dieser kühnen Hypothese jedoch absehen, wenn wir anstatt der Schwingung eines Teilchens den Bewegungszustand der Ätherteilchen einführen. Welche Bewegung die einzelnen Ätherteilchen dabei machen, brauchen wir gar nicht zu wissen, wenn sich nur der ganze **Bewegungszustand** durch einen Vektor darstellen läßt, welcher senkrecht auf der Fortpflanzungsrichtung ist. Auch bei dieser Annahme können wir den Weg Fresnels zur Herleitung der Polarisationsgleichungen einschlagen. Nach ihm gelten folgende Sätze:

1. Es muß die lebendige Kraft des einfallenden Strahles gleich der Summe der lebendigen Kräfte des reflektierten und gebrochenen Strahles sein.

2. In der Trennungsebene beider Medien muß Kontinuität vorhanden sein. Daß heißt: in der Trennungsebene muß die Summe der Bewegung im ersten Medium gleich der Bewegung im ersten sein.

Der Autor benützt nun die allgemeine Gleichnng für jeden Schwingungszustand

3) $\sigma = a \sin \frac{2 \pi t}{\tau}$ als Ausgangspunkt für die Ermittlung der lebendigen Kraft einer Lichtwelle nnd gelangt an Hand der beiden Sätze Fresnels und einer Detailannahme Fresnels, auf die wir später

zurückkommen wollen, zu folgenden mit der Experimentalphysik übereinstimmenden Resultaten:

α) Die Amplitüde kehrt sich im reflektierten Licht um.

β) Parallel zur Einfallsebene gehende Schwingungen werden überhaupt nicht reflektiert.

γ) Die Tangente des Polarisationswinkels ist gleich dem Brechungsexponenten.

Dem fügen wir noch bei, wie die Physik hinsichtlich der einfachen Brechung lehrt:

δ) Das Licht, welches von einem Bündel paralleler Glasplatten zurückgeworfen (reflektiert) wird und jenes, welches von demselben durchgelassen (gebrochen) wird, ist entgegengesetzt oder unter 90° polarisiert.

In der früheren Figur 2 ist also für den einfallenden und reflektierten Strahl die durch diese beiden Strahlen und das Einfallslot gelegte Ebene die Polarisationsebene und die parallel zu dieser Ebene stattfindenden Schwingungen werden von der Trennungsebene der beiden Medien überhaupt nicht reflektiert. Für den durchgelassenen (gebrochenen) Strahl steht dessen Polarisationsebene auf der Einfallsebene des einfallenden und reflektierten Strahles senkrecht und die zu dieser Polarisationsebene parallelen Strahlen werden also auch nicht mehr reflektiert. Vom Studium der Physik ist das nebenstehend (Fig. 3) skizzierte Experiment mit den beiden ebenen schwarzen Glasspiegeln bekannt. Fällt der Lichtstrahl in der Bildebene auf den unteren Spiegel a b unter 35° 25′ ein, so wird er nach dem Reflexionsgesetze vom oberen Spiegel c d, welcher eine zum unteren parallele Lage besitzt, in der Richtung nach g reflektiert. Dreht man den oberen Spiegel um die Achse e f sukzessive um 90°, so wird der von demselben reflektierte Strahl immer schwächer, d. h. er wird mit immer geringerer Intensität reflektiert und, sobald der obere Spiegel seine um 90° verschiedene Lage erreicht hat, überhaupt nicht. Bei weiterer Drehung dieses Spiegels nimmt die Intensität des von demselben reflektierten Strahls wieder zu, sie erreicht bei 180° ihr Maximum, nimmt über 180° hinaus wieder ab, wird bei 270° gleich Null und nimmt von hier bis in die ursprüngliche Lage von 360° wieder zu.

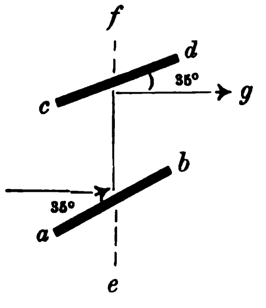


Fig. 3.

Die Ebene, in welcher die Ätherteilchen eines polarisierten Strahles schwingen, heißt die Schwingungs- oder Vibrationsebene und sie steht auf der Polarisationsebene senkrecht.

Nach Brewster ist jener Einfallswinkel der Winkel der vollkommensten Polarisation, für welchen der gebrochene Strahl auf dem reflektierten senkrecht steht. Stellt man sich dies nach Fig. 2 vor, so ist $\alpha + \beta = 90^0$ und somit

4) $n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \operatorname{tg} \alpha$, was mit dem unter γ) angeführten Lehrsatz übereinstimmt.

Übrigens findet man für unseren Fall ad γ)

$$4_a) \begin{cases} \frac{\operatorname{tg}^2 n}{\Theta} = 10^{14}\,\delta \text{ oder } \operatorname{tg} n = 10^7 \sqrt{\delta . \Theta} \\ n = \frac{T}{t} = 13{\cdot}37 \text{ (rund genommen).} \end{cases}$$

Wenn wir nun noch anführen, daß, wie die Physik lehrt und die Erfahrung es bestätigt, auch das Licht in unserer Atmosphäre ein teilweise polarisiertes ist, so hätten wir aus der Theorie über das Licht genug rekapituliert, um Betrachtungen anstellen zu können, die jeden Physiker und Astronomen ganz besonders interessieren müssen.

Muß man sich nicht fragen, warum ist denn das Licht im Raum um die Erde teilweise polarisiert? Warum muß denn in dem früher rekapitulierten Experiment der Einfallswinkel zur Fläche des unteren Spiegels gerade 35° 25′ betragen? Und muß man sich nicht wieder selbst sagen, da stehen wir wieder vor schönen Fragmenten der Wissenschaft, die wohl eine gewisse Zusammengehörigkeit erkennen lassen, womit wir uns aber nur wenig befriedigt fühlen können, da uns vor allem jene Synthese fehlt, die sich stets von selbst einstellt, wenn einer Theorie überhaupt eine einheitliche Idee, irgend ein allgemeines Prinzip in streng umbeschriebener Weise zugrunde liegt.

Hier wollen wir nun den Versuch wagen, diesem Prinzip an Hand der Astronomie etwas näherzutreten. Hiebei verschieben sich natürlich wieder die Verhältnisse gegenüber dem Experiment mit einer Glas-, Kristall- oder Turmalinplatte. Das war aber auch hinsichtlich der Synthese zwischen den Gesetzen der Drehbewegungen und der Elektrodynamik der Fall.

Kehren wir zunächst zum § 23 der theorischen Physik, Polarisation des Lichtes bei der Reflexion, zurück, so sagt daselbst Dr. Jäger:

„Fresnel macht nun weiter die Annahme, daß sich die Größe der Lichtgeschwindigkeit aus ähnlichen Elementen wie die Schallgeschwindigkeit zusammensetzt. Er schreibt daher

$c = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$, wobei wir unter E die Elastizität des Äthers verstehen

können. Mit der Annahme, E sei für alle Köper gleich, folgt

$$c_1 = \sqrt{\frac{E}{\rho_1}}, \text{ wonach}$$

5) $\frac{c^2}{e_1^2} = \frac{\rho}{\rho_1} = \frac{\sin^2 \alpha}{\sin^2 \beta} = n^2$ gesetzt werden kann". Mit ρ wurde vom Autor die Dichte des Äthers bezeichnet.

Wir haben nun bereits erwähnt, daß der sich um die Erde drehende Mond in seiner Bewegung mit der Erde um die Sonne sich einem Mittelwerte nach im Äther gleicher mittlerer Dichte bewegt wie die Erde. Die zuvor angeführte, mit gesperrten Lettern gedruckte Annahme trifft also für unser Doppelgestirn nicht zu. An Stelle der Elastizitäten des Äthers greifen wir aber zu den linearen Exzentrizitäten E und e, die uns gleichzeitig eine Amplitüde, in den betreffenden Schwingungs- oder Rotationsebenen gelegen, darstellen. Hiefür haben wir

6) $\frac{e}{\sqrt{E}} = n = \frac{T}{t} = \sqrt{\frac{\delta}{\Theta}}$ gefunden.

Diese Gleichung und ihre Deutung ist bereits bekannt und sie würde keiner Erklärung bedürfen, würde es sich nunmehr nicht darum handeln, gewissen Schwingungszuständen nachzugehen.

Können wir die Erde und den Mond als zwei von elektrischen Strömen umflossene und daher magnetische Massen betrachten, dann ist es klar, daß die bezüglichen Ströme nicht in einer und derselben Ebene liegen, daß sich die elektrischen und somit auch die Lichtwellen als Planwellen in irgend einer Ebene bewegen müssen, die weder mit der Ekliptik- noch mit der Äquator- noch mit der Mondbahnebene übereinfällt oder auf irgend einer der diesen Ebenen zukommenden Polachsen senkrecht steht, deren Lage aber mit dem in allen Bewegungen offenbar bestehenden Gleichgewicht, d. h. also mit irgend einer mittleren Schwingungsebene übereinfallen muß.

Wir können die Gleichung 6) noch auf eine andere Weise herleiten, welche auf eine merkwürdige große Gesetzmäßigkeit hinweist, und zwar in Übereinstimmung unserer für die Ermittlung der Sonnen- und Mondparallaxe befolgten Methode.

Rechnen wir mit der täglichen siderischen Winkelgeschwindigkeit (Ω) der Erde, so ist auffallenderweise

$$\Omega = \frac{360^0}{T_s} \text{ und } \frac{E^3}{R^2\,\Omega^2} = t_s^2, \text{ also}$$

$$7) \begin{cases} \frac{E^3 T_s^2}{R^2 . 360^0} = t_s^2, \text{ wofür wir auch} \\ E \frac{T_s^2}{t_s^2} = \left(\frac{360^0}{\Theta}\right)^2 = e^2 \text{ oder auch} \\ E \frac{\mu^2}{\eta^2} = \left(\frac{360^0}{\Theta}\right)^2 = e^2 \text{ schreiben können.} \end{cases}$$

Diese Gleichungen sind mit jener 6) identisch, wenn von letzterer die zweite Potenz genommen wird. Die Gleichuugen 7) drücken aber einen Oszillationszustand aus, in welchem die gemeinsame Amplitüde E als Vektor erscheint.

$\frac{360^0}{\Theta}$ gibt die Periode für diesen Schwingungszustand in siderischen Jahren an. In dieser Periode beschreibt das Perihelium der Erde einen vollen Umlauf um die Sonne. Daraus sowie aus den Schwankungen der Erdbewegung normal zu ihrer Bahn-(Ekliptik-)Ebene infolge der Präzession und Nutation entspringen die Schwankungen in der Schiefe der Ekliptik.

Die Erde bewegt sich um die Sonne und ebenso der Mond um die Erde nach einer Spirallinie.

Daß die Amplitüde e mit der Nutationsbewegung der Erde und des Mondes zusammenhängt, haben wir schon früher angedeutet. Aus der letzten der Gleichungen 7) folgt die Proportion für eine mittlere geometrische Proportionale

$\frac{360^0}{\Theta} : e = e : \frac{360^0}{\Theta}$ und damit ist die Rolle des Vektors oder der Amplitüde e, die Rolle des allgemeinen scheinbaren Nutationsvektors, vollkommen definiert, auch die Folge der wechselseitigen Einflüsse (Drucke) des Doppelgestirnes. Diesem Schwingungszustande entspricht die Periode von rund $18^2/_3$ siderischen Jahren oder, genau genommen jene,

$\mathfrak{N} = \frac{360}{F} = \{$ 1·2694908, wenn F die jährliche siderische Bewegung des Mondknotens bezeichnet. Ist f die tägliche siderische Bewegung dieses Knotens, so ist

$$\mathfrak{N} . \mathfrak{f} = \Omega.$$

Drücken wir die Neigung der Ekliptik- und Äquatorebene i_e und jene der ersteren zur Mondbahnebene i_m in Bogensekunden aus, so findet man

$$8)\left\{\begin{array}{l} i_e'' = \{ 4{\cdot}9264865;\ i_m'' = \{ 4{\cdot}2677113, \text{ sonach} \\ \dfrac{i_e''}{i_m''} = \left\{ 0{\cdot}6587752 \right\} = \left[\left(\dfrac{R\,\eta^2}{r\,\mu^2}\right)^2\right], \text{ mithin} \\ i_m'' = i_e'' \left(\dfrac{r\,\mu^2}{R\,\eta^2}\right)^2 \text{ und} \\ i_m'' \dfrac{R\eta^2}{r\,\mu} \cdot \dfrac{\tau}{\theta} = \left\{ 1{\cdot}5500327 \right\} = 35^\circ 29' \text{ oder nahezu jenen} \end{array}\right.$$

Winkel, welchen das auf den unteren Spiegel der Fig. 3 einfallende natürliche Licht mit dessen Ebene als Trennungsebene einschließen muß, damit es von dem um 90° gedrehten oberen Spiegel nicht mehr reflektiert wird, damit es unter diesen Verhältnissen als vollkommen polarisiert erscheint. Das besagt nun, die in der Ebene der Fläche des unteren Spiegels sich fortpflanzenden oder in dieser Ebene sich bewegenden, auch die in dieser Ebene verlaufenden Lichtwellen werden von dem um 90° gedrehten oberen Spiegel, auf dessen Fläche die Polarisationsebene senkrecht steht, nicht mehr reflektiert.

Wenn die Rechnungen nach 8) nicht genau stimmen, so vergesse man nicht, daß i_e und i_m auch nur große Mittelwerte sind wie R r T und t und daß die Bewegung des Mondes in Breite oder normal zur Ekliptikebene, die bei jedem Umlauf etwas schwankt, sich ändert.

Die beiden letzteren Gleichungen 8) gestatten auch eine Substitution, und auf die Synthese der Gleichungen 7) und 8) brauchen wir wohl nicht mehr näher einzugehen.

Durch die Lage der Spiegelfläche des unteren Spiegels ist also sowohl die Einfalls- oder Vibrationsebene als auch jene der Polarisationsebene fixiert. Fassen wir ein bestimmtes oder auch lokales Experiment ins Auge, so wird die Einfalls- oder Schwingungsebene des Lichtstrahles vom Stande der Sonne abhängen und die Fläche des unteren Spiegels eine vom Stande der Sonne bedingte Lage einnehmen müssen. Lassen wir aber, um unsere Betrachtung zunächst zu vereinfachen, die Sonne stillstehen, so wird die Fläche des unteren Spiegels an jedem Orte der Erdoberfläche eine parallele oder gleiche Lage besitzen müssen, wenn auch der Ort des Experimentes eine verschiedene geographische Breite hätte. Daraus folgt, daß die Neigung des Spiegels zum Horizont eine verschiedene sein wird, etwa wie jene der Inklinationsnadel bei verschiedener geographischer Breite.

Wir wollen diese Andeutungen mangels genauer Daten nicht weiter verfolgen. Die Schwingungsebene des Lichtes in dem binären System

Erde-Mond fällt aber mit jener der Bewegung elektrischer Planwellen überein, deren Ebene infolge des Einflusses der schwankenden Bahnexzentrizitäten selbst auch etwas schwanken muß.

Die magnetische Polachse der Erde geht nicht durch den Mittelpunkt der letzteren; sie schließt mit deren Pol- oder Rotationsachse, im Mittel und rund genommen, den Winkel von 11·5° ein. Nun ist aber

$i'' = \frac{R \, r_1^2}{r \, \mu^2} = 11^\circ$ und es ließe sich ferner leicht nachweisen, daß

sich in ähnlicher Weise auch die periodischen und sekulären Variationen der Magnetnadel darstellen lassen. Das Resultat der letzteren Gleichung fällt noch genauer aus, wenn man die Librationen des Mondes, nämlich seine Schwankungen in Breite während eines synodischen Umlaufes berücksichtigt. Unter solchen Umständen kann man nicht mehr an Zufälligkeiten denken und wenn die zuvor angestellten Betrachtungen zwar auch nur wieder rein theoretische Fragmente vorführen, wie es ja heute auch noch die berührten Lichtprobleme sind, so ist es doch nicht zu bezweifeln, daß hiemit zum wenigsten ein Weg angedeutet wäre, der selbstverständlich noch gewisse Experimente und Studien erheischt, der aber dazu führen dürfte, die Lehre vom Licht nicht allein in katoptrischen und dioptrischen Gesetzen an Spiegeln, Kristallen, Glaslinien u. s. w. zu erblicken, sondern dieselbe auch auf die Schwingungszustände des Lichtäthers im Raume zu beziehen. Hiezu müssen sich aber die Physiker etwas mehr mit Astronomie befassen, und hiezu gehört weder die volle Beherrschung der theoretischen, noch jene der beobachtenden Astronomie als vielmehr die Beherrschung der Dynamik der kosmischen Körper und die Kenntnis jener Bahnelemente, die diese Dynamik vollständig definieren.

Wir wollen uns nun der Diskussion der Lichtgleichungen zuwenden, von welchen wir aber nur einzelne, als die wichtigsten, herausgreifen wollen.

Mit zweien dieser Gleichungen haben wir uns schon befaßt. Es sind dies die Gleichungen

$$V_x = \frac{R \, n}{r \, \Theta} \text{ und } \frac{V_x}{n^2} = R \, r_1.$$

Für die erstere können wir auch schreiben,

$$9) \; E \, . \, V_x = R \, . \, \frac{R \, . \, T}{r \, t} .$$

E erscheint hier als der Vektor der Geschwindigkeit V_x, während R

den für das Doppelgestirn gemeinschaftlichen mittleren Vektor in seiner gemeinschaftlichen Bahn um die Sonne darstellt. Und den Ausdruck

$\frac{R.T}{r\,t}$ haben wir schon früher diskutiert und hiebei erwähnt,

daß wir hinsichtlich der Bewegung einer Masseneinheit die Zeit auch als den Ausdruck für die Größe der Kraft betrachten können, wenn die Bewegung von einer einheitlichen Kraft herrührt und die Vektoren dieser zwei Bewegungen einander nicht gleich sind.

Der zweiten Gleichung kann man auch die Form

10) $V_x = R\,\eta\,\frac{\mu^2}{\eta}$ geben. In derselben ist der in der Zeitsekunde von der Erde in ihrer mittleren Bahn zurückgelegte Bogen $R\,\eta$ dem Doppelgestirn gemeinsam. Vom Quadrat der Umlaufszeiten hängen aber die Massen und deren Zentripetalbeschleunigungen ab. Weder die einen noch die anderen kommen mit ihrem Vektor in 10) vor. Kürzt man diese Gleichung zu

$V_x = R\,\mu\,.\,\frac{\mu}{\eta}$, so ergeben sich ähnliche Reflexionen.

Für $\frac{\mu^2}{\eta^2} = n^2 = \frac{T^2}{t^2} = \frac{M\,R\,\eta^2}{m\,r\,\mu^2}$ folgt aus 10)

11) $V_x = R\,\eta\,.\,\frac{M\,R\,\eta^2}{m\,r\,\mu^2}$, und die bereits genugsam erkennbare Art der Diskussion enthebt uns eines weiteren Kommentars. Doch sei nochmals erwähnt, daß $R\,\eta$ den Widerstand eines elektrischen Stromes oder den Widerstand hinsichtlich der Bewegung der Masseneinheit der Erde bedeutet. Nach dem Prinzipe von der Wirkung und der ihr gleichen Gegenwirkung ist aber der Bewegungswiderstand der Masseneinheit gleich der Bewegungsgröße $R\,\eta$ der Masseneinheit.

Die erstere der oben angeführten Lichtgleichungen verträgt auch die Form

12) $\Theta\,.\,V_x = \frac{R}{r}\,n = \sqrt{\frac{M\,R^3\,\eta^2}{m\,r^3\,\mu^2}}$, gleich dem Verhältnis der Wärmemengen, der elektrischen Mengen oder auch der magnetischen Massen der Erde und des Mondes im Sinne der früheren Betrachtungen über das C. G. S-System.

Sind im Sinne des linken Teiles der Gleichung 12) Wärmemenge, elektrische Menge nnd magnetische Masse identische Begriffe und von der für das Doppelgestirn gemeiusamen Licht-

geschwindigkeit V_x und Bahnexzentrizität Θ ihrer Intensität nach abhängig, so ist die Synthese zwischen Licht, Wärme, Elektrizität und Magnetismus in gewissem Sinne klargelegt, jedenfalls aber im Prinzip begründet.

In der Gleichung 12) läßt sich noch eine Substitution infolge von

$\frac{M R^3}{m r^3} = \frac{g}{2} 10^8$ vornehmen und man erhält hiemit

$$13)\ \Theta V_x = 10^4 \frac{\eta}{\mu} \sqrt{\frac{g}{2}} \text{ oder } E V_x = 10^4 . R \frac{\eta}{\mu} \sqrt{\frac{g}{2}}.$$

Aus einer gleichfalls schon früher behandelten Gleichung findet man wie schon angedeutet, T als Kraft betrachtet,

$$14) \begin{cases} p = \sqrt[3]{\frac{10^{27} \Theta V_x}{R T}} & \text{oder, wenn man will, auch} \\ T = \frac{10^{27} \Theta V_x}{p^3}. \end{cases}$$

Also auch der Atmosphärendruck p auf der Erdoberfläche kann durch die Lichtgeschwindigkeit definiert werden u. zw. sehr genau. Die Gleichungen 13) und 14) kann man selbstverständlich durch Substitution verbinden und auf diese Weise auch alle übrigen Lichtgleichungen, deren Ableitung wir seinerzeit angedeutet haben.

ad 4) Die elektromagnetische Lichttheorie Maxwells entwickeln zu wollen, hieße den III. Band der theor. Physik von Dr. Jäger abschreiben, und so sehr sich diese Physik durch ihre Kürze auszeichnet, so würden wir dem Leser wie uns selbst etwas zumuten, was aus sehr billigen Gründen zwecklos ist. Von besonderem Belang sind die § 55 bis § 60.

Die allgemeine Bewegungsgleichung für elektrische Wellen ist jene § 58 (36)*) und Dr. Jäger sagt:

„Das ist aber (jene 36) genau dieselbe Gleichung wie jene für die Transversalschwingungen der Saiten (Bd. I, § 78), wenn wir die Größe

$\frac{V^2}{\mu K} = a^2$ setzen. Als allgemeine Lösung dieser Gleichung (36) fanden wir (Bd. I, § 68)

$Y = f(x - a t)$ — die Kraftkomponente parallel zur y = Achse —, woraus folgt, daß sich die elektrische Störung mit der Geschwindigkeit

*) $\frac{d^2 Y}{d t^2} = \frac{V^2}{\mu K} \cdot \frac{d^2 Y}{d x^2}$

$a = \frac{V}{\sqrt{\mu K}}$ parallel zur $x =$ Achse fortpflanzt.“ Hiezu bemerken wir, daß V die Lichtgeschwindigkeit, μ eine magnetische Induktionskonstante und K eine Dielektrizitätskonstante bezeichnet. Der Autor führt nun fort:

„Wir haben es also hier wie bei den Transversalschwingungen der Saiten mit Transversalwellen zu tun. Während die elektrische Bewegung parallel zur y=Achse stattfindet, erfolgt die Fortpflanzung des elektrischen Zustandes parallel zur x=Achse.“

Diese These oder diese analytische Konklusion erinnert, wie wir bemerken müssen, an das Verhältnis zwischen der Vibrations= und Polarisationsebene des Lichtes, wie es im vorstehenden an Hand der Experimentalphysik dargelegt wurde. In unserer Quelle heißt es weiter:

„Für den leeren Raum und nahezu auch für den lufterfüllten ist $\mu = K = 1$, daher

$a = V$. Das heißt, es pflanzen sich hier (also parallel zur x=Achse) die elektrischen Wellen mit der Geschwindigkeit (des Lichtes) V fort.“

Wir sehen also hier erneuert, wie die Analysis auf bekannten Experimenten aufbauend, zu denselben Resultaten führt wie jene. Doch werden wir sofort auch wahrnehmen, wie analytische Beweisführungen und Konklusionen zu einer Vervollständigung der bezüglichen Theorien führen.

Im § 59 der zitierten Quelle werden die magnetischen Wellen behandelt und aus der bezüglichen Schlußgleichung wird wieder in Übereinstimmung mit bekannten elektromagnetischen Experimenten konstatiert:

„Es gilt für die magnetische Kraftwirkung dieselbe Funktion wie für die elektrische, nur erfolgt sie parallel zur z=Achse.“

„Es ist die Richtung der magnetischen Kraft senkrecht auf der Richtung der elektrischen und beide sind wieder senkrecht zur Fortpflanzungsrichtung der elektrischen, bezüglich magnetischen Veränderungen.“

Über diese letztere These können wir uns nunmehr eine klare Vorstellung bilden. Sagen wir zu diesem Zwecke die Richtung der magnetischen Kraft fällt mit jener der Schwere, des Lichtdruckes, der Zentripetalkräfte auch der Fortpflanzungsrichtung des Lichtes der Sonne, die Richtung der elektrischen Kraft mit der jeweiligen Bahntangente der Erde überein; die elektrischen und magnetischen Veränderungen hängen aber von der Bahnexzentrizität (Amplitüde der Erde normal zur Bahn derselben) bezüglich von der Schiefe der Ekliptik (also von Veränderungen senkrecht zur Bahnebene) ab: so gibt die Bewegung der

Erde, analog jene des Mondes, das Spiel elektrischer und magnetischer Wellen, die doch nur von der Sonne ausgehen.

Der § 60 behandelt die elektromagnetische Lichttheorie. Infolge seiner Kürze können wir denselben vollinhaltlich reproduzieren, zumal die bezügliche Theorie im allgemeinen auch in anderen Quellen in gleicher, also bekannter Weise, wenn etwa auch nicht so prägnant behandelt wird, als es am Schlusse einer analytischen Abhandlung möglich ist. Unser Autor sagt:

„Maxwell nahm an, daß die Lichtschwingungen nichts anderes als elektrische Schwingungen seien, weshalb man die von ihm begründete Theorie des Lichtes die elektromagnetische nennt. Aus der Gleichung (36) geht unmittelbar hervor, daß auch eine periodische Funktion der Zeit, wie sie für die Lichtschwingungen gilt, als Lösung angesehen werden kann. Für alle durchsichtigen Körper kann die magnetische Induktionskonstante $\mu = 1$ gesetzt werden. Es ist somit die Fortpflanzungsgeschwindigkeit ebener elektrischer Wellen durch

$a = \frac{V}{\sqrt{K}}$ gegeben. Für das Licht fanden wir

$a = \frac{V}{n}$, wobei wir unter V die Geschwindigkeit elektrischer Wellen im leeren Raum verstehen, die mit der Lichtgeschwindigkeit daselbst identisch ist. Es folgt somit, daß

$K = n^2$ sein muß, d. h. die Dielektrizitätskonstante ist gleich dem Quadrate des Berechnungsexponenten, was tatsächlich für viele Körper experimentell nachgewiesen wurde und, wie wir uns erlauben, hinzuzufügen, die Grundthese der Maxwellschen Lichttheorie bildet.

„Diese Beziehung und der Umstand, daß das Verhältnis der in elektrostatischen Einheiten gemessenen Elektrizitätsmenge zu jener in elektromagnetischen Einheiten gleich der Lichtgeschwindigkeit ist, veranlaßte Maxwell zur Aufstellung seiner so epochemachenden Theorie, welche bereits auf die meisten optischen Erscheinungen, wie Polarisation, Doppelbrechung, Dispersion u. s. w., Anwendung gefunden hat.“ Wir können nunmehr hinzufügen: „und auch auf die Bewegung des Doppelgestirnes Erde-Mond um die Sonne.“

Des Unterschiedes zwischen der in elektrostatischen Einheiten gemessenen Elektrizitätsmenge zu jener in elektromagnetischen Einheiten wurde bereits in den Betrachtungen über das C. G. S. System gedacht. Diesen Betrachtungen und den obenstehenden unseres Autors entspricht die Lichtgleichung

a) $\frac{V_x}{n^2} = K r_t = K \frac{360}{T}$ als eine Funktion der Zeit. Es ist also für unser Doppelgestirn

$n^2 = \left(\frac{T}{t}\right)^2 = \left[\frac{p}{p_m}\right]$ gleich dem Quadrat der Dielektrizitäts-konstanten n. Die Gleichung α) gibt also gleichzeitig die Lichtgeschwindigkeit V_x als Funktion der Zeit T, des Vektors R und des Quadrates der Dielektrizitätskonstanten. Hinter dieser Funktion verbergen sich aber durch V_x und g_x nur die Fallgesetze und durch die bekannte Gesetzmäßigkeit zwischen den Vektoren R und den siderischen Umlaufszeiten T der Planeten das dritte Gesetz Keplers als Haupt- oder Grundgesetz aller kosmischen Bewegungen.

Im Vergleich zur Gleichung

β) $a = \frac{V}{\sqrt{K}} = \frac{V}{n}$ tritt in α) $R\eta$ an die Stelle von a und n^2 an die Stelle von n. Rechnen wir die Gleichung β) als

$a = \frac{V_x}{n}$ durch, so erhalten wir

$\frac{V_x}{n} = \left\{ 4 \cdot 3508455 \right\}$ also etwas größer als e oder fast genau

$$\frac{V_x}{n} = e \sqrt{\left(\frac{M\,e\,f^2}{m\,r\,d^2}\right)^3} = \frac{R}{r\,\Theta} = e \sqrt{\left(\frac{1}{10}\frac{m_s}{m}\right)^{3\,*)}} = e \sqrt{\left(\frac{1}{10}\frac{\tau^2}{\Theta^2}\right)^3}$$

Wir übersehen es nicht, daß nach einer strengen Auffassung der Maxwellschen Theorie und im Sinne der anfangs angeführten Gleichung 1)

$n = \frac{\sin\alpha}{\sin\beta}$ das Verhältnis des Sinus zweier Winkel darstellt, daß somit hier konsequenterweise

$n = \frac{\sin\mu}{\sin\eta}$ zu setzen wäre. Die Winkel μ und η sind aber so klein, daß man für dieselben den Bogen setzen müßte und damit die Vektoren r und R einführen würde. Zieht man aber die täglichen Drehungswinkel ω und Ω in Betracht, dann ist

$\frac{\sin\omega}{\sin\Omega} < n$ und

$\frac{R\sin\Omega}{r\sin\omega} = \left[\frac{R\eta}{r\mu}\right]$, d. h. von letzterem Wert nur äußerst wenig verschieden.

*) Siehe Gleichung II, Synthese des elektrostatischen und elektrodynamischen Maßsystems und der Theorie der Drehbewegungen.

Diese Betrachtungen sowie auch jene über die Gleichung 3), die einen allgemeinen Schwingungszustand ausdrückt, führen auf das spezifisch astronomische Gebiet, nämlich auf die Theorie der sogenannten streng Keplerschen Planetenbewegung; sie sollen darum bei anderer Gelegenheit nachgetragen werden. Eine Dissonanz zwischen der Maxwellschen Theorie und den Vorgängen im Kosmos kann aber nicht gefolgert werden, sondern im Gegenteil, auch die Dynamik unseres Doppelgestirnes bestätigt die Maxwellsche elektrodynamische Lichttheorie. Dieselbe wurde analytisch ganz allgemein unter Benützung eines räumlichen, rechtwinkeligen Koordinatensystems abgeleitet. Wir haben zuvor gezeigt, wie dieses Koordinatensystem durch das Ekliptik-Koordinatensystem ersetzt, vielmehr wie die Resultate der Theorie auf dieses übertragen und durch die Bewegung unseres Doppelgestirns veranschaulicht werden können. Mit der elektromagnetischen Lichttheorie ist aber die Existenz des Sonnenäthers mit seinen Licht-, Wärme-, elektrischen und magnetischen Wirkungen bewiesen, wie nicht minder das Agens in allen kosmischen Bewegungen.

Man muß sich hier unwillkürlich des Distichons erinnern, mit welchem Goethe seinen Lieblingsphilosophen Baruch Spinoza apostrophierte:

„Weil es Dinge doch gibt, so gibt es ein Ding aller Dinge,
„In dem Ding aller Ding' schwimmen wir, wie wir so sind."

Wir könnten hier etwa auch Engels „An das Universum" zitieren, wir ziehen es aber vor, an die Skepsis und an die Skeptiker zu denken, die sich in Hinsicht auf neue Theorien und Beweise für dieselben mit gewissem Rechte stets von selbst einstellen. Hiezu wollen wir sogar selbst behilflich sein, und die schrecklichen Konsequenzen der Äthertheorie ausmalen, indem wir den entferntesten der bekannten Planeten des Sonnensystems, Neptun, in Betracht ziehen und zwar ohne eine Präzisionswage zu benützen.

Für die Ätherdichte g_x im Raum der Erde mit dem mittleren Vektor R um die Sonne fanden wir $g_x = 0{\cdot}0000003$. Die Entfernung Neptuns von der Sonne beträgt rund 30 R, die Ätherhülle g'_x daselbst

$g'_x = 0{\cdot}000000008$, also 8 Tausendmilliontel. Die Ausdehnung der Äthersphäre unserer Sonne ist uns gar nicht bekannt. Die Ätherdichte an der Grenze dieser Sphäre würde an unsere Fassungs- und Vorstellungsgabe gewiß nicht mindere Forderungen stellen als z. B. die Schwingungszahlen des Lichtes. Der zentripetale Druck $R_1 \tau_1^2$, den die Masseneinheit Neptuns in seiner Bahn um die Sonne ausübt, ist aber auch nur 54 Tausendtel desjenigen der Erde. Hinwieder ist aber sein Volumen rund 730-mal so groß als jenes der Erde. Und wie wir konstatieren mußten, käme es eigentlich ganz besonders auf die Konstitution Neptuns, d. h. auch auf den Atmosphärendruck auf seiner Oberfläche an, worüber wir

uns, wie noch angedeutet werden wird, eine gerade nicht zu unbestimmte Vorstellung machen können.

Unsere Theorien enthalten somit nichts Abschreckendes, sondern vielmehr rationelle Forderungen hinsichtlich Feststellung der Physik der einzelnen Planeten, wofür die von der Astronomie bislang aufgestellten Daten teils nicht zureichen, teils auf Irrtümern, namentlich betreffs der Massenbestimmungen, beruhen. Hierüber aber ein anderesmal mehr.

Nachdem wir nun die Synthese zwischen der Theorie der Drehbewegungen und jener aller kosmischen Bewegungen und Theorien über Licht, Wärme, Elektrizität und Magnetismus dargelegt haben, soweit die Wissenschaft und unsere eigene oder individuelle Auffassung derselben dies ermöglicht, so erachten wir es als Pflicht, in Hinsicht auf eine Unzahl von Gleichungen, Relationen oder Wechselbeziehungen die wichtigsten derselben übersichtlich zu rekapitulieren.

Einige Hauptrelationen des binären Systems Erde-Mond.

Für das Verhältnis der Massenzentripetalbeschleunigungen fanden wir

1) $\frac{M R \eta^2}{m r \mu^2} = \frac{M R \Omega^2}{m r \omega^2} = n^2 = \frac{T^2}{t^2} = \frac{\delta}{\Theta}$. Ziehen wir aus dieser Gleichung die Quadratwurzel, so folgt für das Verhältnis der bewegenden Kräfte

2) $\sqrt{\frac{M R \eta^2}{m r \mu^2}} = n = \frac{T}{t} = \sqrt{\frac{\delta}{\Theta}}$. Aus 1) folgt

3) $\frac{M R \Theta^2}{m r \delta^2} = 1$ als Ausdruck eines relativen Gleichgewichtes in der Bewegung des Doppelgestirnes.

Für die Massen resultierte

4) $M = R^2 \Theta$ und $m = g r^2 \delta$, wobei wegen g auch die Vektoren R und r in Meter zu nehmen sind.

Rechnet man auch das Volumen V_e der Erdkugel in Meter, so erhält man

5) $\frac{M.g}{V_e g_x} = \left[10^6 \frac{\delta}{\tau}\right]$. Diese Gleichung entspricht dem Archimedischen Prinzip hinsichtlich der mittleren Erdbahn oder diese als Kreis vom Halbmesser R betrachtet.

Für die sogenannte innere Bewegung (Oszillation innerhalb) des binären Systems besteht, außer den Gleichungen betreffs der Präzession und Nutation

$$6)\ \frac{M E \tau}{m e \delta} = n^2 = \frac{\delta}{\Theta}.$$

Die Gleichung

$$7)\ \left(\frac{E\tau}{e\delta}\right)^3 = \frac{R^3}{T^6} \cdot \frac{t^6}{r^3} = \left(\frac{R \gamma_1^2}{r \mu^2}\right)^3 = g$$ stellt in der Form

$\frac{R}{T^2} = G$ und $\frac{r}{t^2} = g$ demnach

$$\left(\frac{R}{T^2}\right)^3 \cdot \left(\frac{t^2}{r}\right)^3 = \frac{G^3}{g^3} = \frac{g}{1}$$ ein räumliches Verdichtungs- oder Kontraktionsverhältnis dar. Hiebei ist gleichzeitig

$$\left(\frac{e}{E}\right)^3 = \left[g_x\right],$$ gleich der früher erwähnten Ätherdichte.

Wir haben ferner angesetzt:

$$8)\ k = \sqrt{\frac{r^3 \mu^2}{d^3 \lambda^2}} = \frac{M g}{m g_m} = E^2 \frac{r^4}{R^4} = \frac{r^4}{\Theta R^z}.$$

Der reziproke Wert dieser Gleichung gibt genau das Maß für die Erdabplattung, und es ist

$$9)\ 2k = [10^8 . g_x . g] = 10^8 . g_x \left(\frac{E\tau}{e\delta}\right)^3,$$ also

$$k\left(\frac{e\delta}{E\tau}\right)^3 = \left[10^8 \frac{g_x}{2}\right]$$ und infolge $\left(\frac{R}{D_s}\right)^3 = [10^7]$

$$10)\ k\left(\frac{e\delta . D_s}{E \tau R}\right)^3 = 10 \frac{g_x}{2},$$ womit Gewichts- (k) und räumliche Verhältnisse (R und D) sowie auch räumliche Oszillationsverhältnisse (E, e, δ und τ) vor Augen treten.

Die Verhältnisse

$$11) \begin{cases} \left(\frac{d}{\Theta}\right)^2 = \left[10^7 \frac{E^2}{e^2}\right];\ \left(\frac{R}{d}\right)^3 = \left[10^{13} \frac{\Theta}{\sigma}\right] \\ \frac{\Delta}{\tau} = \left[\frac{R \gamma_1^2}{g_x}\right] = 10^6 \sqrt[3]{n^4};\ \left(\frac{\Delta}{\tau}\right)^2 = [10^{15}];\ \left(\frac{r}{\Delta}\right)^3 = \\ = \left[10^6 \sqrt{\left(\frac{g}{2}\right)^3}\right];\ \left(\frac{\Delta}{\tau}\right)^2 \left(\frac{d}{R}\right)^3 = \left[\frac{M}{m}\right], \end{cases}$$ dann jene

$$11) \begin{cases} F_e = 4\pi\Delta^2 = \left[\frac{R}{\Theta^2}\right] = \left[10^{11}\frac{R}{r}n\right] = \left[10^{14}\frac{r\rho_m^2}{R\rho^3}\right] \\ F_m = 4\pi\Delta^2 = \left[10^5\frac{R}{r}\right] \text{ und } \frac{M R^3}{m r^3} = [10^7 v_a] = \\ = \left[10^7\frac{2\pi d_{mot.}}{86164^{sek.}}\right] \text{ veranschaulichen im Prinzip eine} \end{cases}$$

große Gesetzmäßigkeit in den Dimensionierungen des Doppelgestirnes und seiner Bahnen.

Diese Gesetzmäßigkeiten sind im allgemeinen von den Massen ganz unabhängig, genau so wie das dritte Gesetz Keplers selbst und wie dies auch die einfache Gleichung

$$12) \frac{R\Theta}{r\delta} = \frac{R\eta^2}{r\mu^2} = \frac{E\tau}{e\delta} = \frac{E}{r\delta} = \sqrt[3]{g} \text{ bestätigt.}$$

Wir haben zuvor

$$k = \frac{Mg}{m g_m} \text{ gesetzt, daraus folgt } g_m \{ 0{\cdot}4439334.$$

Sehen wir von g_m als Fallbeschleunigung auf der Mondoberfläche ab, und setzen wir dieselbe im Sinne der Gleichung 12) gleich Eins, dann erhalten wir das Potenzialverhältnis

$$13) \frac{V}{V_m} = \frac{M d.g}{m\Delta} = \left[\frac{V_x}{10^2}\right].$$

Zieht man g_m jedoch in Rechnung, dann ist

$$14) \frac{V'}{V'_m} = \left[10^3\left(\frac{M e f^2}{m r \delta^2}\right)^2\right] = \frac{M d g}{m \Delta g_m}$$

gleichsam das vollständige Potenzialverhältnis, welches wieder auf die gemeinsame Nutationsbewegung hinweist.

Aus der Gleichung

$$\frac{k}{\frac{g}{2}} = \left[\frac{r}{d}\right],$$

die eigentlich fast genau zutrifft, folgt

$$14) \frac{2M}{m g_m} = \left[\frac{r}{d}\right] \text{ und somit } \frac{r^2}{d^2} = \frac{4M^2}{m g_m^2}$$

und indem wir in dem Massenverhältnis

$$\frac{M}{m} = \{ 1{\cdot}9224351$$

die Mondmasse m gleich Eins annehmen müssen, so können wir auch

$\frac{2M}{g_m} = \frac{r}{d}$ oder $\frac{r^2}{d^2} = \left(\frac{2M}{g_m}\right)^2$ schreiben, sobald wir unbedingt das Gravitationsgesetz mit seiner Folgerung

$\frac{r^2}{d^2} = \frac{g_r}{g}$ in Vergleich ziehen wollen, wobei g_r die Fallbeschleunigung des Mondes in seiner Bahn um die Erde darstellt, nämlich im Sinne der These Newtons. Dividiert man 14) durch die letztere Gleichung, so würde

$\frac{4M^2.g}{g_m\, g_r} = 1$ folgen, jedoch nicht genau, weil, wie schon mehrmals erwähnt, Newtons Formel die Fallbeschleunigung g überhaupt nicht hinreichend genau wiedergibt.

Hiemit hätten wir den Unterschied zwischen den Folgerungen aus dem Gravitationsgesetz und nach den vorstehenden Theorien klargelegt, wozu wir noch bemerken können, daß sich derselbe in den sekundären, aber sehr ausgedehnten Systemen des Jupiter, Saturn und Uranus noch weit fühlbarer gestalten muß.

Wenn, wie g, $R\eta$ und g_x, alles in Meter gerechnet wird, so ist

$$15)\ \begin{cases} \frac{R}{r} n = 10^4 \frac{g}{R\eta^2} = \frac{\theta V_x}{10^3} \text{ und } \frac{\theta V_x R \eta^2}{g} = \\ = 10^7 = \left[\left(\frac{R}{D_s}\right)^3\right] = \left(\frac{M R \theta^2}{m r \tau^2}\right)^2 \frac{t_1}{t_a} = \frac{\delta^4 t_1}{\tau^4 t_a}, \end{cases}$$

und setzt man

$$16)\ \begin{cases} \frac{g_x}{2} \frac{R^3}{D_s^3} = 3, \text{ so folgt} \\ \frac{g_x}{2} V_R = 3 V_{D_s}, \end{cases}$$

wenn V_R das Volumen der den Raum der mittleren Erdbahn, V_{D_s} jenes der Sonnenkugel, g_x die Ätherdichte im Raum der Erdbahn und 3) die Dichte der Sonnenkugel selbst bezeichnet.

Die Gleichung

$$17)\ \frac{S d^2}{D_s^2 . M} . g = \left[10^3 \frac{\delta}{\mu}\right]$$

gibt mit der hier ermittelten Sonnenmasse S auch ein vom Gravitationsgesetz wesentlich verschiedenes Resultat, jedoch die Synthese zwischen Präzession und Nutation, Massenverhältnissen, deren Oberflächen und der Fallbeschleuni-

gung g, wenn jene für den Mond (und nicht jene auf der Mondoberfläche) gleich Eins ist.

Vom Standpunkte der Licht- und der elektromagnetischen Lichttheorie Maxwells ist aber

18) $\frac{V_x}{n^2} = R\,\eta$ die interessanteste und wohl auch beachtenswerteste Relation.

Die Relation

19) $\frac{R\,\eta^2}{g_x\,p} = \frac{2\,R\,\pi}{V_x} = \frac{M\,R\,\Theta^2}{m\,r\,\tau^2}$ ist von Belang, weil sie den Atmosphärendruck p die Lichtgeschwindigkeit V_x und die Ätherdichte oder den Lichtdruck g_x zu definieren gestattet.

Daß die Erde und ihr Mond ein Doppelgestirn im wahrsten Sinne des Wortes sind und daß hienach gewisse Größen und Bahnelemente abgestimmt sein müssen, geht daraus hervor, daß sich die wichtigsten Gesetzmäßigkeiten nach dem Satze von der dritten geometrischen Proportionale darstellen lassen. Hiezu gehören:

$$20)\quad \begin{cases} r : i_e = i_e : i_m \\ M\,R\,\eta^2 : n = n : \frac{1}{m\,r\,\mu^2} \\ M\,E : n = n : \frac{1}{m\,e} \\ \sqrt{R\,\varepsilon} : e = e : \sqrt{R\,\delta} \\ R^2\,\delta^2 : e = e : \frac{1}{r^2\,\tau^2} \\ \left(\frac{e}{E}\right)^3 : g = g : \left(\frac{p}{R\,\eta^2}\right)^3 \\ p : 360^0 = 360 : 4\,\pi \\ e : \frac{360}{\Theta} = \frac{360}{\Theta} : e \\ V_x : n = n : \frac{1}{R\,\eta}. \end{cases}$$

Resümee und Zusätze.

Die Analytiker und jene, welche das Gebiet der theoretischen Physik hinreichend beherrschen, werden den vorstehenden Theorien das Attribut „konkret" wohl nicht verweigern. Insbesondere aber letztere nicht, da sie

in der Lage sind, gar manches, worauf bisher aus guten Gründen nicht näher eingegangen werden konnte, in den Rahmen unserer Theorien einzufügen, ja sogar noch manche Beweise für die Richtigkeit derselben ganz selbständig aufzufinden.

So wichtig die Physik ist, nicht allein bloß als Wissenschaft und für einen berechtigten Anspruch auf wissenschaftliche Bildung, sondern auch selbst hinsichtlich der Wohlfahrt der Menschheit, was bekannlich niemand so frühzeitig und so überzeugend vertrat wie Baco v. Verulam, so ist es einmal doch in vielen Verhältnissen gelegen und durch diese begründet, daß man sich im allgemeinen nur so weit gern mit der Physik vertraut macht, als zum Verständnis der sogenannten „Alltagserscheinungen“ erforderlich ist. Mit Rücksicht darauf glauben wir gut zu tun, einiges in der Form nachträglicher Zusätze anzudeuten und verständlicher zu machen.

Wie hinsichtlich der allgemeinen Kenntnisse über Physik, so liegen auch die Verhältnisse betreffs der Kenntnisse über Astronomie, über das große Reich der Königin der Wissenschaften. Professor der Physik zu werden und einst über ein reich ausgestattetes physikalisches Laboratorium zu verfügen, das mag noch viele anlocken und aufmuntern, Direktor einer der nicht zahlreichen Sternwarten zu werden, vielleicht auch noch einer solchen ungünstiger geographischer Lage, das mag viele ernüchtern.

Theoretische Physik und theoretische Astronomie kann man aber auch ohne Laboratorium oder Observatorium und, wie wir gesehen haben, in rein mathematisch-metaphysischer Weise betreiben.

In der theoretischen Physik sind es insbesondere die seinerzeit als Imponderabilien oder als Phantasmen betrachteten Sonnenenrgien: Licht, Wärme und Elektrizität, die gegenüber allen Vorgängen und Experimenten an materiellen Körpern an unser Vorstellungsvermögen besondere Anforderungen stellen, welche sich fast zu einer gewissen Idiosynkrasie verdichten, sobald das bezügliche tiefere Verständnis auch noch durch den Infinitesimalkalkül begründet werden soll. Aber auch in der Astronomie ergeht es dem Wißbegierigen nicht viel besser.

Präzession, Nutation, Libration, periodische und sekuläre Störungen, Berechnungen aus den ersten Gliedern einer unendlichen Reihe u. s. w. wirken wenig anziehend, ja sie schrecken ab, wenn sie nicht gar Mißtrauen erzeugen, wie insbesondere die Kometentheorie, die zumeist nur Tatsachen oder Erscheinungen registriert und diese kaum oder gar nicht zu erklären vermag.

In dem Verständnis, vielmehr in einer natürlicheu Erklärung aller dieser Feinheiten — wie wir sie kurz nennen wollen — sowohl der theoretischen Physik wie auch der theoretischen Astronomie liegt aber der große Schlüssel zu dem kleinen Tor in der Mauer, welche bislang das Gebiet der

Metaphysik von den realen Vorgängen auf der Erde (Physik) und von jenen am Himmel (Astronomie) abgrenzen sollte.

Physik und Astronomie sind nur Zweige unserer Naturwissenschaft und dieser große Baum der Erkenntnisse dürfte für den einen mehr, für den anderen weniger Zweige besitzen. Physik und Astronomie lassen sich nämlich kaum mehr trennen, wenn sie nicht gänzlich darauf verzichten wollen, die Errungenschaften auf dem einen Gebiete durch jene auf dem anderen zu stützen und so auf die Aufdeckung jenes Zusammenhanges hinzuarbeiten, der offenbar besteht, bestehen muß.

Wir wollen die Symbolik des Künstlers nicht entstellen und auch nicht anders deuten; wenn man sich aber durch Platon, durch den Idealisten, die Astronomie, durch Aristoteles, als Physiker und Realist die Physik personifiziert denkt, so können wir, ohne Unheil zu stiften, einem gut bekannten deutschen Geschichtsschreiber folgendes entlehnen: „Platon und Aristoteles bilden in ihrer Gegensätzlichkeit die zwei höchsten, gleich notwendigen nnd gleich wertvollen geistigen Größen der alten Welt; sie stehen als die beiden Pole und Richtungen da, über die der denkende Geist weder im Altertum noch in der neueren Zeit bis jetzt hinausgekommen ist und um die sich alles Suchen nach Wahrheit ewig bewegen wird. In dem schönen Freskogemälde von Raffael im vatikanischen Palaste zu Rom, „die Schule zu Athen", streckt daher Platon die Hand gegen Himmel, als das Reich seiner Ideen, indes Aristoteles auf die Erde als den Schauplatz seiner Forschung hindeutet."

Die Gesetze für die treibenden Kräfte und ihrer Wirkungen sind für die Gestirne am Himmel, im Kosmos, dieselben wie für jene auf der Erde. Sollen nun erstere Kräfte anderer Natur sein als letztere?

Hat sich Platon gegenüber seinem oppositionellen Schüler, Aristoteles, nicht den leichteren und für die Allgemeinheit dankbareren Standpunkt gewählt?

In dem obigen Zitat liegt ein tiefer Sinn. Der Idealismus ist selbst bis heute über Platon nicht weit hinausgekommen, außer er hat von den Errungenschaften der positiven Wissenschaft genützt. Aristoteles müßte aber heute dieselbe Welt mit anderen Augen betrachten. Doch hat die positive Wissenschaft im großen und ganzen oder dem Geiste nach denselben Weg eingeschlagen, den Aristoteles andeutete, d. h. zuerst muß man die Vorgänge auf der Erde, die terrestrischen Phänomene erklären können und dann kann man an die sichere Begründung kosmischer Ursachen und Wirkungen schreiten.

Kant als Metaphysiker, Ideolog und Kosmolog hat das fast unermeßliche Gebiet der Ideen und Vorstellungen gründlich durchwühlt und für eine fruchtbare Saat erst empfänglich gestaltet. Von dieser Saat haben viele gezehrt, natürlich ohne es zu bekennen. Die Zeit, der mit ihr unaus-

bleibliche Wandel in den Anschauungen und Erkenntnissen, hat an jenen Kants wohl manche Modifikation bedingt. Seine Kritik der reinen Vernunft wird jedoch unbestreitbar immer zu jenen Büchern gehören, die man nach Bacos v. Verulam Rat des öftern lesen soll.

Den Vertretern einer voraussetzungslosen Wissenschaft könnte man aber eigentlich erst nach Veröffentlichung eines diesbezüglichen Index dankbar sein und ganz besonders dann, wenn sie sich auch darüber klar aussprechen würden, was denn von unserem sogenannten Schulwissen nicht voraussetzungslos sei. Damit würden sie betreffs des wissenschaftlichen Kritizismus, namentlich in Hinsicht auf die Popularisierung der Wissenschaft, einen großen Dienst erweisen. Denn sonst bleibt man, wie wahrscheinlich überhaupt für immer, doch auf den eigenen Kritizismus angewiesen, und der wahre bleibt der Menschheit verborgen, oder er ist vielleicht gar nur ein Modeartikel.

Ein übertriebener Idealismus, wie jener in dem Verlangen nach voraussetzungsloser Wissenschaft, ist ebensowenig berechtigt und förderlich wie ein übertriebener Realismus und Materialismus.

Es dürfte dem aufmerksamen Leser bereits hinlänglich klar geworden sein, wie sich der Zyklus wissenschaftlicher Voraussetzuugen speziell auf dem Gebiete der theoretischen Physik mit den Fortschritten der letzteren von selbst oder, wie man heutzutage gern sagt, automatisch einengt, einem gewissen Minimum zustrebt oder auch jener Generalisation, der wir schon früher gedachten. Ein kurzer Rückblick läßt sich zunächst dahin zusammenfassen, daß alle kontinuierliche Bewegung, ob kosmisch oder terrestrisch, Oszillationszustände darstellt, die wir terrestrisch unter gewissen Bedingungen (wie Reibung, Schwimmfähigkeit, Flugfähigkeit) nur schlechthin und scheinbar zu einer geradlinigen Translokation von Massen ausnützen, nachdem sie ausnamslos der Schwere unterliegen und sonach an allen Oszillationen teilnehmen müssen, welchen die Erde im Verein mit ihrem Trabanten unterworfen ist.

Für alle kosmischen und terrestrischen Oszillationszustände ist aber die Gravitas g maßgebend, wenn auch in Hinsicht auf jene des Lichtes, der Wärme und Elektrizität nur indirekt.

Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Licht- und der elektrischen Wellen ist gleich groß uud somit gleich unserem V_x. Diese Größe können wir aber auch durch die Lichtbeschleunigung g_x sowie durch die Gravitas g ausdrücken. Die Bewegungsgröße von Massen, die z. B. durch die Wärme oder durch eine chalorische Maschine bewegt werden, messen wir durch die in Meterkilogramm ausgedrückte Arbeit und somit, wie das mechanische Äquivalent der Wärme überhaupt, durch die Bewegungsgröße eines Gewichtes, in welchem doch g implicite enthalten ist.

Die Gravitas g hängt aber ab: von der gewählten Zeit- und Längeneinheit, somit von der Bewegung der Erde um die Sonne, von der Achsendrehung der Erde, von gemeinschaftlichen Drehbewegungen im engeren oder binären System Erde-Mond, von deren Bewegungs-(Zentripetal-)Drucken, von den exzentrischen Oszillationen in den gemeinsamen Bewegungen 2c. 2c.

Die Fallgesetze Galileis sind Universalgesetze. Aus diesen Gesetzen sind die Begriffe Gewicht, Masse, Beschleunigung, Schwerdruck wie jener „Druck" überhaupt abgeleitet.

Das älteste aller Fall- und Schwimmgesetze liegt im Archimedischen Prinzip. Es konstatiert Volums-, Gewichts-, Dichte- und Druckverhältnisse, definiert die Begriffe spezifisches Gewicht, spezifische Dichte, Schwimmfähigkeit, Deplacement, Zusammendrückbarkeit, Elastizität, Auftrieb, Stabilität 2c.

Die für das Kopernikanische Weltsystem aufgestellten drei Gesetze Keplers sind geometrische (1. und 2. Gesetz) und dynamische Gesetze (2. und 3. Gesetz).

Kepler hat die Basis für Analysis und Dynamik hinsichtlich kosmischer Phänomene geschaffen, Dalembert, Huyghens, Euler u. a. haben diese Basis begründet, jedoch nur metaphysisch.

Im dritten Gesetze Keplers sind bereits die Fallgesetze enthalten. Denn aus

$$R^3 : R_1^3 = T^2 : T_1^2 \text{ folgt } \frac{R^3}{R_1^3} = \frac{T^2}{T_1^2} \text{ oder}$$

$$\frac{R}{T^2} : \frac{R_1}{T_1^2} = R_1^2 : R^2 = G : G_1 \text{, wenn } G \text{ und } G_1 \text{ Beschleunigungen}$$

bedeuten.

Das Gravitationsgesetz stellt sich somit als eine Umschreibung des dritten Gesetzes Keplers dar. In diesem Gesetze, aber auch in Newtons Formel für die Gravitas g fehlen die Massen. Diese müssen stets gleich Eins gedacht werden. Daß die gedachten Beschleunigungen von Massenattraktionen herrühren sollen, dafür fehlt jeder Anhaltspunkt und Beweis. Die letztere Gleichung bezieht sich, wie schon erwähnt, nur auf Vorgänge innerhalb eines und desselben Körpers, d. i. in der Ätherhülle der Sonne.

Das dritte Gesetz Keplers in der Form

$$R^3 \eta^2 = R_1^3 \eta_1^2 = \text{s. f. oder } R \eta^2 : R_1 \eta_1^2 = R_1^2 : R^2$$

stellt wieder das Gesetz der Fliehkräfte nach Huyghens dar. Es ist klar, daß Huyghens, einer der tiefsten, reellsten und nüchternsten Denker, trotz seiner 13 Propositionen über Zentralbewegung nie an das Gravitationsgesetz denken konnte, am allerwenigsten an eine gegenseitige Attraktion aller Massen.

Man hat seinerzeit, nach Decher, $R\,\gamma_1^2$ $R_1\,\gamma_1^2$ u. s. f. nicht „Zentripetalbeschleunigungen“, sondern „Bewegungsdrucke“ und jede Bewegung nach einer Kurve „erzwungene Bewegung“ genannt. Für solche Drucke und Bewegungen müssen physische oder materielle Ursachen bestehen. Es ist fast schade, daß die tiefsinnigeren deutschen Benennungen außer Gebrauch geraten sind.

Die erzwungene Bewegung der Planeten, Monde und Kometen ist eine Folge materieller Ursachen. Diese Bewegungen sind ausnahmslos Bewegungen in einem Mittel (Äther), welches sich selbst in gesetzmäßiger Bewegung befindet, in welchem die kosmischen Körper nach dem Archimedischen Prinzipe schwimmen. Hieraus ergeben sich die Begriffe „Konstitution der kosmischen Körper,“ „Zustand dieser Körper“ im Sinne der Theorie über Wärme, „innere und äußere Arbeit“ im Sinne der mechanischen Wärmetheorie, desgleichen der Begriff „Entropie der kosmischen Körper“ und „Entropie des Kosmos“. Von einem kosmischen perpetuum mobile kann nur bedingungsweise die Rede sein.

Hinsichtlich der kosmischen Kugeln, wie es im Prinzipe alle Weltkörper sind, scheint deren Dichte im allgemeinen wider alles Erwarten sehr gering zu sein, fast solcherart wie jene der zu einem bekannteu Kunststücke der Jongleure benützten Messingkugeln, welche hohl, im Metall äußerst dünn und zudem noch luftleer sein dürften, um sie bei aller Geschicklichkeit in größerer Zahl nach einer langgestreckten Ellipse in fast ununterchrochener Folge werfen, auffangen und neuerdings werfen zu können (Konstitution des Körpers).

Die kinetische Theorie der Gase macht uns mit den Bewegungszuständen innerhalb eines (wiewohl in einem Gefäß eingeschlossenen) Gases vertraut und sie definiert die Wechselbeziehungen zwischen Volumen, Temperatur, Druck oder Expansionskraft, von welch letzterer der Hauptsache nach in der mechanischen Wärmetheorie die „äußere Arbeit“ oder „sichtbare kinetische Energie“ abhängt. Diese letztere Energie dokumentiert sich aber auch durch jene Oszillationen, welche die Bahn des kosmischen Körpers exzentrisch gestalten. Die erstere Theorie stellt ferner auch die Begriffe „kritischer Druck, kritische Temperatur und kritisches Volumen“ fest, die für die Nebulartheorie von größter Bedeutung wären.

Als kosmische Bewegungsgesetze sind die Fallgesetze, die Gesetze Keplers und das Archimedische Prinzip die Hauptgesetze.

Zwischen diesen Gesetzen und jenem über die konstante Flächengeschwindigkeit und einem konstanten mittleren Bewegungsdruck ($R\,\gamma_1^2$) lassen sich alle Wechselbeziehungen erklären, welche die exzentrische, ungleichförmige Bewegung der Planeten und Monde verursachen, die im allgemeinen elliptische

Bewegung bedingen sowie die Schwankungen in allen Flächendrucken und in deren Fortpflanzung.

Keines der Gesetze, keine der genannten Theorien führt zu Widersprüchen.

Ganz dasselbe gilt aber auch betreffs der Hauptgesetze der Theorien über Licht-, Wärme und Elektrizität.

Zwischen dem Verhalten von Licht- und Wärmestrahlen konnte die Physik, wie schon erwähnt, keinen Unterschied konstatieren.

Fresnel hat die von Young entdeckten Interferenzerscheinungen des Lichtes völlig klargemacht. Sie beruhen auf Schwingungszuständen des Äthers. Nach der hiedurch begründeten Hypothese für die Vibrations- (Undulations-)Theorie des Lichtes mußte die Wissenschaft annehmen, vielmehr folgern: „Weil das Licht alle Räume des Himmels (Kosmos) durchdringt, so muß der Äther (das vibrierende Medium) im ganzen Weltraume verbreitet sein.“ Die ganze Lichttheorie beruht auf Transversalschwingungen des Äthers. Er ist aber doch noch hypothetisch geblieben.

Die Versuche mit elektrischen Wellen, jene von Hertz, Tesla u. a. haben auch die Vibrationstheorie über den Äther geradezu greifbar gestaltet.

Der Righische Radiator und der von der drahtlosen Telegraphie her gut bekannte Kohärer boten das Mittel, um nachzuweisen, daß die elektrische Fortpflanzung, gleich der akustischen, auf Wellenbewegungen beruht. Die Interferenzerscheinungen der Licht-, Schall- und elektrischen Wellen sind gleicher Art und entspringen gleichen physischen Ursachen und Gründen.

Kann sich die Physik auch nur auf ein einziges ähnliches Experiment hinsichtlich der Massenattraktion berufen? Absolut nicht. Weder durch die Experimente mit dem Pendel noch durch jene mit der Drehwage und am allerwenigsten mit dem Hinweis auf die Bewegung der Planeten, Monde und Kometen oder gar auf die Ebbe nnd Flut des Weltmeeres.

Es sei hier gestattet, noch auf einen kleinen Irrtum hinsichtlich der Begründung der Ätherhypothese einzugehen, weil sich hiezu zuvor keine Gelegenheit ergab. Hinsichtlich der Annahme eines den ganzen Weltraum erfüllenden Äthers wird mitunter die von Enke an dem nach ihm benannten Kometen angestellte Beobachtung angeführt, daß sich dessen Tangentialbewegung verzögere und somit dessen Umlaufszeit verkleinere.

Diese Erscheinung, die auf Beobachtung beruht, somit nicht zu bestreiten wäre, könnte aber die Vermutung aufkommen lassen, der erwähnte Komet würde in seiner Bewegung im Äther durch denselben einem Widerstande begegnen. Der Komet wird aber, wie alle Planeten und Monde, eben durch den Äther bewegt und es ändert sich somit nur dessen Konstitution

und Entropie in merklicher Weise, was übrigens, wie schon an anderer Stelle angedeutet, auch nur die Ansichten Zöllners über die Beschaffenheit der Kometen bestätigen würde. Der Komet Enke verdichtet sich also noch merklich oder aber er verliert noch etwa an Substanz; er sinkt noch gegen die Sonne zu, gerät etwas tiefer in den Äther größerer Drehenergie, seine Bewegung beschleunigt sich und deshalb verkürzt sich dessen Umlaufszeit.

Die durch die früher erwähnten Versuche, insbesondere aber durch die darauf gegründete drahtlose Telegraphie bewiesenen elektrischen Undulationen haben eine dynamische, wenn man will, auch mechanistische oder energetische Auffassung elektrischer Phänomene, damit auch jene aller Lichtphänomene ermöglicht, ja sogar bewiesen.

Die Lichtgeschwindigkeit und die Fortpflanzungsgeschwindigkeit elektrischer Wellen ist ein und dieselbe, jedoch nicht die Länge und Schwingungsdauer der bezüglichen Wellen. *Diese Verschiedenheit scheint die Hauptursache zu sein, daß die Vorstellung über den Äther individuell noch unsicher und daß das Verhalten des Äthers selbst als dubios und darum noch immer als hypothetisch, wenn nicht gar als wunderlich betrachtet wird.* Unterscheidet man aber zwischen dem reinen Äther, welcher den Weltraum ausfüllt, und zwischen dem Äther, welcher die Atmosphärenhülle der Erde, deren Isolator oder Dielektrikum durchdringt, dann kann man hier alte und bekannte Lehren der Physik, wie jene über die Lichtbrechung, über Wärme- und elektrische Kapazität der Körper und Medien, über die Anordnung der Massenteilchen (Molekeln) in Kristallen, über die verschiedene optische oder Ätherdichte nach den verschiedenen Richtungen eines Körpers oder Mediums rc. rc. hier einfügen und sich die Modifikation der Schwingungszustände ein und desselben Mediums in einer Hülle, in einem Isolator oder Dielektrum, kurz das verschiedene Verhalten der Körper selbst in Bezug auf Licht-, Wärme-, elektrische und magnetische Phänomene erklären, diese verstehen und die sonst scheinbar dubiose Ätherhypothese zur These erheben, jedenfalls mit weitaus begründeterem Rechte als jene von der rein fiktiven Massenattraktion.

Die Theorien der Elektrodynamik stimmen mit jenen der terrestrischen Physik, analytischen Physik, analytischen Mechanik und jener des Himmels überein; die theoretische Physik kann und wird auch noch Probleme lösen, die uns, mit dem genialischen Dichterfürsten Friedrich Schiller gesprochen, dem Weltgeist noch weit näherrücken werden.

Ob wir in dem Verhältnis der Umlaufszeiten der Erde und des Mondes $\frac{T}{t} = n$ einen Exponenten der Lichtbrechung, das Verhältnis zweier Lichtgeschwindigkeiten, d. i. innerhalb der Erd- und Mondhülle, oder

auch eine Dielektrizitätskonstante zu erblicken haben, darüber konnten wir noch nicht vollkommen ins klare kommen. Der Grund hiefür ist aber leicht zu erraten. Der Elektriker arbeitet im allgemeinen bei seinen Experimenten, auf welche hin die bezüglichen Theorien aufgebaut wurden, mit Körpern bekannter Konstitution und Kapazität, also mit bestimmten elektrischen Kondensatoren. In Ansehung des Doppelgestirns Erde-Mond können wir dies nicht unbedingt behaupten und infolge der Präzessions- und Nutationsbewegung auch nicht genau ziffermäßig feststellen.

Nach unseren Annahmen

$\frac{M g}{m g_m} = k$, $\frac{p}{p_m} = \frac{\delta}{\tau}$ und $p_m = \frac{p}{n^2}$, die wie eben bemerkt, mit einander nicht vollkommen scharf übereinstimmen, sind wir aber von der Wahrheit kaum weit entfernt. Es wäre dann n ein Brechungsexponent, n^2 eine Dielektrizitätskonstante, vielmehr n ein Verhältnis der Lichtgeschwindigkeit (auch Brechungsexponent) und (nach Maxwell) n^2 das Verhältnis der Dielektrizitätskonstanten betreffs der Isolierhüllen zweier kosmischer Kondensatoren mit den Kapazitäten R und r.

Die Isolierhüllen der beiden Kondensatoren Erde und Mond können und müssen sich infolge der bezüglichen fortschreitenden Bewegungen in den bekannten Bahnen nicht um dieselbe Achse drehen wie die Kondensatoren selbst, auch dürften sie wie die letzteren Sphäroide sein.

Denkt man an Kreisströme innerhalb dieser Sphäroidhüllen, dann liegt es nahe, daß sie magnetische Pole besitzen, die mit den Polen der Rotationsachsen der Kondensatoren zwar nicht übereinfallen, daß aber die kosmischen Kondensatoren infolge der erwähnten Kreisströme in gewissem Sinne zu Magneten werden, die Erscheinungen des Erdmagnetismus jedoch nicht mehr von der atmosphärischen Elektrizität und den magnetischen Änderungen innerhalb der Atmosphäre getrennt werden können. Mit demselben Rechte und in demselben Sinne, als wir vom Erdmagnetismus sprechen, können wir auch einen Mondmagnetismus und selbst einen solchen der Sonnenhülle oder des Äthers im Raume voraussetzen. Die Abweichung unserer magnetischen Pole von den geographischen brauchen wir dann nicht bloß auf das uns ganz unbekannte eigentliche Erdinnere (Magma) zu schieben.

Es läßt sich aber noch ein anderer, weit maßgebenderer Grund dafür anführen, weshalb die geographischen und magnetischen Pole nicht übereinanderfallen können. Dieser Grund liegt in der Bewegung des Mondes um die Erde. Aus diesem Grunde besitzt auch die nördliche wie die südliche Hemisphäre der Erde je zwei Punkte größter magnetischer Intensität, die aber an den früheren Betrachtungen über die atmosphärische Elektrizität nichts zu änderen vermögen, hingegen aber die Basis bieten dürften, um auch die

säkulären Variationen der Deklination und Inklination der Magnetnadel zu erklären. Darüber ein anderesmal.

An Lösung scheinbarer Naturrätsel bleibt der Physik also noch genug übrig.

Eine vollständigere Behandlung des Problems der Präzession und Nutation vom spezifisch-astronomischen Standpunkt aus sparen wir uns auf eine andere Gelegenheit auf.

Das Problem der drei Körper ist im Prinzip analytisch vollständig gelöst, gewisser Unbegreiflichkeiten (fortgesetzte Massenumlagerung im Erdinnern, Schwanken der Erdachse, Bewegung derselben im Erdinnern, Änderungen in geographischer Breite und Eulerscher Zyklus) ledig, ebenso der Störungen (Ungleichheiten) in der Mondbewegung.

Die Zentralbewegungen bestehen aus gleichförmigen Kreisbewegungen, kombiniert mit radialen Oszillationen.

Das Gesetz der Massenattraktion besteht nicht. Es führt zu Widersprüchen und falschen Theorien. Die Schwere ist nicht eine Folge der Massenattraktionen, obschon eine solche Vorstellung, gleich einem „Selbstpotential", unserem Suggestionsvermögen sehr nahe liegt, sich unwillkürlich aufdrängt und man nunmehr auch sagen könnte, ist die Schwere g auch nur die Folge einer Verdichtung, so müssen hiebei doch Kontraktions-, Verdichtungs- oder geozentrisch wirkende Kräfte die Hauptrolle gespielt haben. Wir können und werden darum eine solche Ansicht nie negieren, stets und immer wieder werden wir derselben aber folgendes gegenüberstellen:

Die Schwere und da alles im Kosmos, selbst der Äther, eine Schwere besitzt, ist die Folge der Abkühlung und Verdichtung. Hiebei muß die Verdichtung des einen kosmischen Körpers mit seiner gegenwärtigen Isolierhülle (z. B. die Erde) innerhalb der Isolierhülle (des Äthers) eines zweiten kosmischen Körpers (der Sonne) als unmittelbarer Stammkörper (Gravitationszentrum) ins Auge gefaßt werden. Diese Verdichtung vollzog sich innerhalb einer um ihre Achse rotierenden Masse, die infolge der Rotation der den Stammkörper umgebenden Isolierhülle auch noch um diesen Körper rotiert. Die bei diesen kombinierten Rotationen stattgefundene Verdichtung wurde natürlich auch durch jene beeinflußt, begrenzt. Wir können darum auch die Schwere (g) durch Relationen ausdrücken, die sich auf die Dynamik der einen wie der anderen Rotation beziehen.

Der bisherige Standpunkt hinsichtlich des Gravitationsgesetzes ist zu beengt, einseitig und falsch. Er hat es verhindert, außer der einen, von Newton selbst aufgestellten Formel für g, alle übrigen Relationen betreffs der Schwere aufzudecken, die nunmehr fast zahllos sind.

Die Schwere, die jeder Materie und Masse anhaftet, ist die Ursache der Trägheit der Materie hinsichtlich einer Translozierung derselben um ein

Drehzentrum und die Ursache eines kontinuierlichen Druckes aller Materie gegen dasselbe.

Die Oszillationen einer Masse normal zu ihrer Bahn sind die Folge der Konstitution der Masse und der Einwirkung von Erwärmung und Abkühlung auf ihre Isolierhülle.

Das Universalgesetz, auch Fundamentalgesetz der Astronomie ist nicht jenes der Massenattraktionen, sondern das dritte Gesetz Keplers mit seiner bewiesenen Kontinuität und Kopulation mit dem Fallgesetze.

Für die Massenbestimmungen ist weder das eine noch das andere dieser beiden Gesetze geeignet.

Hiefür muß zum Gesetz der Fliehkräfte und zur Drehung der Bahnapsiden während je eines siderischen Umlaufes gegriffen werden.

Man gelangt damit zum kosmischen Prinzipe der Massenbeschleunigung infolge der im Perihelium und Perigäum stets erneuerten, Bewegungs- und Oszillationsimpulse und zu jenem Begriff aller ungleichförmigen Bewegungen, den unsere Mathematiker schon aus dem freien Falle der Körper herleiten konnten.

Der Begriff der Bahnbeschleunigung, jener der Drehbewegung der Bahnapsiden entspricht, erklärt im Vereine mit jenem der Masse und Schwere auch die Drehung aller Knotenlinien.

Die Emanzipation vom Gravitationsgesetz führt zu klaren, durchsichtigen, widerspruchsfreien, mit den Gesetzen der Physik in voller Harmonie stehenden Theorien. Die Astronomie gelangt damit von ihrer rein metaphysischen (hyperphysischen) Basis auf jene der Physik, im speziellen auf jene der Theorien über Licht, Wärme und Elektrizität oder kurz auf die Basis der Theorien über die bekannten Sonnenenergien.

Der Weg zu dieser Basis führt von Archimedes, dem ersten erfolgreichen Experimentator, über Galilei, als dem zweiten Experimentator, über Kopernikus und Kepler als theoretische Experimentatoren, dann aber über Fresnel, R. Mayer, Joule und insbesondere über alle jene, welchen die Physik im C. G. S.-System der Elektrotechnik ein ehrendes Andenken gesichert hat, bis zu Maxwells epochemachender elektromagnetischer Lichttheorie.

Der Raum kann nicht leer und der Äther mit seinen bekannten Schwingungszuständen nicht bloß hypothetisch sein. Die Physiker waren hievon eigentlich schon lange überzeugt.

Newton und Kant, letzterer betreffs seiner kosmologischen Ideen, standen weder auf dem Boden eines streng theoretischen, noch auf jenem eines der Totalität seiner Bedingungen nach genau umschriebenen Experimentes. Die Drehung aller Bahnen (Apsiden) wurde übersehen und die Physik war noch zu wenig entwickelt. Mit den Fortschritten der letzteren reduziert sich

der Begriff Metaphysik immer mehr und mehr, vielleicht auch die Zahl metaphysischer Abhandlungen.

Mit Bezug auf die schon von Baco von Verulam empfohlene Methode des Experimentes und mathematischen Kalküls mit darauf gegründeter Induktion und Deduktion ging Newton den umgekehrten Weg. Nicht die Kardinalbewegung, jene der Planeten um die Sonne und diese als Agens aller Bewegungen, sondern die sekundäre Bewegung des Mondes um die Erde und diese letztere als ein selbständiges Bewegungszentrum für die Mondbewegung betrachtend, das war die Basis Newtons. Die Bewegung kosmischer Massen kann freilich nicht genau experimentiert werden, denn im Bohnenbergschen Maschinchen gibt es nur starre Verbindungen und feste Drehachsen. Die bezüglichen Erscheinungen sind aber dennoch analog jenen im Kosmos, wo alles schwimmt und nach dem Archimedischen Prinzip gewissen Bewegungsdrucken ausgesetzt ist, denen zufolge alles beständig oszilliert. Es liegt nahe, das man hiebei auch nicht vor dem Begriffe „Reibung“ zurückschrecken darf, da die Atmosphäre doch einen Druck (einen fortgepflanzten Druck) auf die Erdoberfläche ausübt (Präzession und Nutation). Das Experiment, welches die Natur in der Planetenbewegung vor Augen führt, ist durch die Gesetze Keplers fast vollständig, in Ansehung der Kometentheorie aber doch nicht hinreichend genau definiert.

Newton faßte die Schwere eigentlich als ein Attribut jeder Masse ins Auge und es gelang ihm, nachzuweisen, daß erstere von bestimmten kosmischen Größen abhängig sei. Liegt hierin ein großes, unschätzbares Verdienst, so waren die bezüglichen Darlegungen doch noch nicht völlig hinreichend, um die Begriffe kosmische und terrestrische Schwere auf eine einheitliche, den Lehren der Physik (spezifische Dichte und Archimedisches Prinzip) entsprechende Basis zurückzuführen.

Die Massenattraktion als die unmittelbare Ursache der Schwere anzusehen und als solche hinzustellen, das ist das Werk Cotes' und einiger Kommentatoren Newtons. Die Ideen und Vorstellungen der letzteren wurden durch den Glauben an den leeren Raum und ganz besonders dadurch beeinflußt, daß es Newton gelang, die Gravitas durch die bekannte Formel auszudrücken. Die Schwere auf jedem der Planeten steht aber auch mit dem Begriffe „Verdichtungszentren“ im innigsten Zusammenhange. Auch das dritte Gesetz Keplers

$\frac{R\,\eta^2}{R_1\,\eta^2} = \frac{R_1^2}{R^2}$ u. s. f. muß als eine Ermunterung zur Verkündung des Gravitationsprinzipes in seiner bisherigen Auffassung angesehen werden. Der Scharfsinn unserer großen Mathematiker und ihrer metaphysischen Theorien tritt aber hiemit nichtsdestoweniger erst recht deutlich vor Augen.

Kant als Begründer der Kosmologie würde seine kosmologischen Ideen nicht in seine Metaphysik aufgenommen haben, wäre die Physik zur Zeit als Wissenschaft auf jener Höhe gestanden, die unserer Zeit, unserer Kultur und geistigen Strömung ein Gepräge verleiht, das insbesondere in dem Verlangen nach einer mehr wissenschaftlichen Begründung des Zusammenhanges im physischen Weltganzen zum Ausdruck gelangt und sich bereits in ziemlich deutlichen Umrissen als erfüllbar zu erkennen gibt.

Die Begriffe: Kraft, Geschwindigkeit, Energie, mechanische Arbeit und Effekt, enthalten implizit auch jenen der Zeit in sich. Die Begriffe Masse und Raum sind auch nicht zu trennen und alle diese Begriffe inklusive jenes „Schwere“ beziehen sich zunächst doch nur auf die Erscheinungen, welche uns die im Raum um die Sonne schwebenden Massen darbieten. Allen diesen Erscheinungen kommt der Richtung und Intensität nach eine bestimmte Periodizität zu und diese könnte man auch nebst des darnach geregelten menschlichen Treibens als die Ursache unseres Gedächtnisses bezeichnen. Die reale Welt selbst hat uns in erster Linie denken, vorstellen und empfinden und die Wiederholung und Mannigfaltigkeit ihrer Erscheinungen hat uns zählen und unterscheiden gelehrt. Der Himmel mit der unabänderlichen Periodizität seiner Erscheinungen hat den Sinn für Mathematik und Physik geweckt und erstarken lassen, u. zw. trotz der trügerischen Sinneseindrücke und der Beschränktheit der Sinne, über welche schon die Eleaten unaufhörlich klagten. Die Mittel zur Erweiterung derselben und unserer Verstandesbegriffe wurden bereits erwähnt. Die Physik und Physiologie des Menschen sind durch die Totalität der Verhälnisse auf der lieben Mutter-Erde bedingt, die allein geeignet ist, uns zu erhalten und zu nähren, u. zw. unter Mitwirkung der Sonne und ihrer Energien. Wie stünde es um uns und mit uns in geistiger wie in physischer Beziehung, könnten oder müßten wir auf einem jener Kometen existieren, die uns von einer Sonne zur anderen bald mit kaum merklicher, bald mit rasender Geschwindigkeit durch den Raum führen würden, aus der sogenannten absoluten Temperatur (—273° C) in die bedenklichste Nähe und Hitze einer vielleicht noch größeren Sonne?

In der organischen Welt ist kaum ein größerer Unterschied denkbar als jener zwischen der ganz beispiellosen Hilflosigkeit des neugeborenen Kindes und dem durch Pflege, Schule, Erziehung, Übung und endlich durch tiefes Studium herangereiften Menschen, der nach unumschränkter Herrschaft über alle Naturkräfte und Naturelemente strebt. Sind Vernunft und Verstand nicht höchst relative Begriffe? Lassen sich diese überhaupt so genau begrenzen wie eine Länge, eine Fläche, ein Volumen, ein Gewicht oder Druck. Kann man die psychischen und geistigen Zustände des Menschen in ähnlicher Weise festlegen wie jene der physischen Welt durch das Thermometer, Baro-

meter, Hygrometer, Mikroskop, Teleskop, Astrolabium, durch die Spektralanalyse und sonst geschickt angelegte Experimente, die zur Erfindung des Hebels, der Wage zur Feststellung der Dichte und des spezifischen Gewichtes, zur Aufstellung katoptrischer und dioptrischer Gesetze, zur Erklärung der Brechung, Beugung, Interferenz und Polarisation des Lichtes u. s. f., im allgemeinen zur Wahrnehmung aller terrestrischen und Sonnenenergien führten. Daß eine Beweisführung, wie sie der theoretischen Physik heute in so imponierendem Maße gegeben ist, in hyperphysischen Dingen nicht möglich und nicht erreichbar ist, das hat Kant nicht nur vorausgesehen, sondern in seiner Kritik der reinen Vernunft auch offen zugestanden, so wie er auch die Beweglichkeit und Unsicherheit des Bodens in Dingen der Metaphysik beleuchtet hat. In seiner These, die Erkenntnisse würden sich nach unseren Vorstellungen richten, liegt aber nur eine scheinbare Wahrheit, denn die Vorstellungen oder Ideen müssen vor allem richtig und begründet sein und sie dürfen nicht mit den festgestellten Naturgesetzen im Widerspruche stehen. Ein ähnlicher Irrtum wie jener in der zitierten These Kants ist aber in allen Philosophien fast unvermeidlich und diese wechseln daher auch fast unausgesetzt ihre Richtung. Zur Erreichung ihres angestrebten Zieles ist die Philosophie, sofern sie sich nur auf dem Gebiete der Ideen bewegt, darauf angewiesen, mehr zu dogmatisieren als zu argumentieren. Nicht mit Unrecht nennt man die Philosophen Begriffsdichter und da selbst alle streng wissenschaftlich begründeten Begriffe auch an Hand eines philosophischen Wörterbuches recht dehnbar sind, so fällt meist der Dichtung der größere Anteil zu.

Betrachten die Neu-Kantianer die Ethik als ihre eigentliche Domäne und dazu unter Ausschluß aller Metaphysik, so liegt darin ein schönes Bestreben und keine Gefahr für den Idealismus, den schon Platon vertrat.

Je mehr die Vorstellungen oder Ideen über die reale Welt an Richtigkeit und Sicherheit gewinnen, desto mehr muß sich der Begriff Metaphysik und der Widerstreit zwischen Idealismus und Realismus (auch Rationalismus und Positivismus) klären und abschleifen.

Der Himmel mit seinen Wundern hat im Menschen durch das menschliche Bewußtsein neben dem Sinn für Mathematik und Physik noch etwas Besseres und Höheres geweckt und in die Psyche hineinverlegt, die zwar allen Menschen eigen ist, für alle aber doch ein Rätsel bleiben wird. Auch ein Begriff: „Psyche“!

Wenn Philosophie und Wissenschaft in der einheitlichen Auffassung und Erklärung des Zusammenhanges im Weltganzen auf gemeinsamen Boden irgendwo zusammentreffen sollen, so kann doch dies nur auf dem Boden der Physik geschehen und nicht auf jenem einer sogenannten Metaphysik oder erfahrungsfreien Wissenschaft. Wo nichts Materielles vorhanden ist, da gibt

es keine Physik. Etwas Immaterielles kann weder der Träger noch der Erreger irgend welcher Energien und Bewegung sein. Die Physik hat darum mit vollem Rechte den Begriff „Imponderabil" aus ihren Lehren eliminiert. Ohne besondere Prozedur können wir alles nur in der Luft wägen. Wie sollen wir aber den Äther in der Luft oder in dem bloß luftverdünnten Raum unter der Glocke einer Luftpumpe wägen? Das ist einfach nicht möglich und auch das Archimedische Prinzip versagt da vollständig. Aber wir können den Lichtdruck berechnen, wie bewiesen wurde, oder die Lichtbeschleunigung oder wie immer man dieses Ding benennen mag.

Der Äther, der alles belebende und bewegende Äther, kann also nicht immateriell sein und noch weniger ist es zulässig, den von ihm okkupierten Raum zu beschränken. Der Sonnenäther füllt den ganzen Raum aus, den die Sonne einst als Nebel einnahm. Er ist für den Kosmos eine gemeinschaftliche Materie, dem Raume nach aber von verschiedener Dichte und alle freiwerdende und sich umsetzende Wärme wird vom Äther absorbiert. Die Hüllen der Planeten und Monde reichen so weit, als die denselben zur Zeit der Lostrennung von der Zentralmasse angehörigen Massenteilchen reichten, die sich nur bis zu einer bestimmten Grenze an dem sekundären Verdichtungsprozeß beteiligten und ohne die Bewegung der Planeten und Monde um die Sonne auch nur im geringsten zu alterieren. An der Grenze dieser Hüllen tauchen jene der Monde in die ihres Planeten und die Hülle dieses in den Sonnenäther. Dieser durchdringt aber auch alle diese Hüllen und besorgt daselbst die Erhaltung ihrer inneren Energie, die zum Unterschiede gegenüber den Kometen nur zwischen sehr kleinen Grenzen schwankt und somit eine wesentliche Bedingung für die Existenz organischer Wesen in sich schließt.

Die Schwingungszustände des Äthers zunächst der Erdoberfläche hat die Physik durch Experimente definitiv festgestellt. Licht, Wärme und Elektrizität sind nur Ätherschwingungen verschiedener Intensität, die von uns verschieden (durch das Auge oder durch das Gefühl) wahrgenommen, empfunden werden, und es wurde bewiesen, daß die Planeten als elektrische Kondensatoren und deren Hüllen als Dielektrika betrachtet werden können.

So schwingt, vibriert, oszilliert, bewegt sich alles im Kosmos, im Äther und durch den Äther, sonnt sich im göttlichen Licht, insolang eine Entropie besteht und bestehen wird. Auf letzteren Begriff kommen wir noch zurück.

Den Äther so darzustellen wie etwa ein Element der Chemie, das ist, wenigstens vorläufig nicht, höchstwahrscheinlich aber nie zu erwarten. So dachte schon Goethe, unser Dichterfürst, indem er den Versuchen mit dem Äther das Distichon:

„Dich zu greifen ziehen sie aus mit Netzen und mit Stangen,
Aber mit leisem Tritt schreitest du mitten hindurch"

widmete.

Wenn man irgend eine Volumseinheit ins Auge faßt, so besitzen alle kosmischen Körper und deren Materie hinsichtlich dieser Einheit ein verschiedenes Gewicht und, sofern die Gravitas g an der Erdoberfläche als eine Konstante aufgefaßt wird, eine verschiedene Masse. Darin liegt offenbar ein Zeugnis dafür, daß der Verdichtungsprozeß, im Speziellen auch jener der Erde, nicht ganz gleichmäßig und einförmig verlief, und daß insbesondere in der inneren, wärmeren Kernmasse sich mannigfache Nebenprozesse abwickelten, wie sie die Chemie noch heute durch Verbindung und Scheidung der Elemente vorführt. Hiezu ist teils ein Zuführen von Wärme erforderlich, teils wird bei bestimmten Prozessen Wärme frei. Die Spuren der Gegensätze, die sich in dem großen Verdichtungsprozesse geltend machten, die Spuren der Verdichtung und Erwärmung gegenüber jenen der Abkühlung und Verdichtung sind also noch vorhanden und nachweisbar. Es gibt infolge dieser verschiedenen Vorgänge aber auch noch drei Aggregatzustände und wovon dieselben abhängen, das ist nur zu sehr bekannt, wie nicht minder die Ansicht über die Einheit aller Materie. Ganz grob genommen, bestand der Verdichtungsprozeß in einer Translokation der Materie, die in dem festen Erdball mit dem Weltmeer und in der den Ball umgebenden Hülle zum Ausdruck gelangte, wobei die Dichte der letzteren nach oben abnimmt und von der bezüglichen latenten (gebundenen) Wärme abhängt. Diese Hülle kann aber nur insolang bestehen, als in derselben die Abkühlung nicht fortschreitet, als ihr durch die fortgesetzte Zusammenziehung der Sonne unausgesetzt die für ihren Bestand nötige Wärmemenge zugeführt wird. Diese letztere Wärme- oder Energiemenge wird nun teils dazu aufgewandt, um, im Sinne der kinetischen Theorie der Gase, die einzelnen Gasmolekeln der Hülle nach allen Richtungen in einem bestimmten Bewegungszustande dauernd zu erhalten, teils um durch Leitung wieder an den Raum abgegeben zu werden und der Schwere entgegenzuwirken. Die Bewegung der Planeten und Monde ist im Prinzipe eine kreisförmige und diese Bewegung ein Gleichgewichtszustand hinsichtlich der Bewegung im Äther und durch denselben. Jene Oszillation, welche alle Bahnen elliptisch gestaltet, wurde bereits eingehend gewürdigt. Ihre Ursache liegt in dem Abkühlungs- und Verdichtungsprozesse selbst und vielleicht auch in der Bewegung der Sonne innerhalb ihres eigenen Systems. Nach der Theorie müssen wir aber vorläufig die erwähnte Ursache in den Aktionen und Reaktionen innerhalb aller Hüllen (Isolatoren oder Dielektrika) erblicken. So interessant es sein könnte, auf

die aus der kinetischen Theorie der Gase zu ziehenden Konklusionen näher einzugehen, so muß hier doch hievon abgesehen werden.

Die Vorgänge in erhitzten Gasen, insbsondere in jenen, die als Agens für die verschiedenen chalorischen Maschinen ausgenützt werden, sind Gegenstand der mechanischen Wärmetheorie. Auch dieser Theorie wollen wir nur das Wichtigste entlehnen.

Das erhitzte Gas (Wasser-, Benzindampf 2c.) dehnt sich aus; durch Gefäßwände hieran gehindert, übt es auf dieselben einen Druck aus. Gibt eine Gefäßwand (der Kolben im Dampfzylinder einer Lokomotive) nach, so kann die Bewegung der Gefäßwand (des Kolbens) auf irgend eine Masse (jene der Lokomotive selbst) übertragen und in solcher Weise eine mechanische Arbeit geleistet werden. Es ist dies eine äußere und sichtbare Arbeit, auch eine sichtbare kinetische Energie. Von der Gesamtenergie, welche z. B. in einer Dampfmenge bestimmten Volumens und bestimmter Temperatur steckt, wird aber schon für die Ausdehnung und Volumsvergrößerung des Dampfes (Gases) ein gewisser Teil als innere und nicht sichtbare Arbeit aufgezehrt.

Die Theorie lehrt nun, daß der Nutzeffekt einer chalorischen Maschine von der Natur des verwendeten Dampfes (Gases) ganz unabhängig ist und nur von der Höhe der Temperatur des letzteren abhängt.

Das genügt, um gezeigt zu haben, in welchem Zusammenhange die Begriffe Aggregatzustand, Volumen, Temperatur und, sofern das Volumen zunehmen kann, auch jene Bewegung oder Energie, im speziellen jene innere (nicht sichtbare) und kinetische oder äußere und sichtbare Energie stehen. Im Vereine mit dem Archimedischen Prinzip und den Temperaturschwankungen infolge der Variabilität der Bahnvektoren ergibt sich ein hinreichend zusammenhängendes Bild zwischen den terrestrisch-physikalischen und den kosmisch-physikalischen Bewegungstheorien.

Clausius, der eigentliche Begründer der mechanischen Wärmetheorie, hat für die Zwecke dieser Theorie den terminus technicus „Entropie“ geprägt. Derselbe bezieht sich auf die innere Arbeit oder Energie eines Gases. Es dürfte eben klar geworden sein, daß z. B. der Wasserdampf in dem Dampfzylinder einer Maschine die durch diesen Dampf repräsentierte Energie weder plötzlich noch vollständig in äußere Arbeit umsetzen kann. Das erstere gilt wohl auch für alle Planeten- und Mondhüllen bei jeder Annäherung an den Zentralkörper, das letztere ist aber für die Kosmodynamik gegenstandslos, insolange die Gesamtenergie des den Raum erfüllenden Äthers infolge der fortschreitenden Kontraktion der Sonne dieselbe bleibt oder, mit anderen Worten gesagt, insolange die Entropie der Sonnenhülle keine Änderung erleidet. Infolgedessen wird aber auch, einem Mittelwerte nach, die Entropie der Hüllen aller zum Sonnensystem gehörigen kosmischen

Körper konstant bleiben desgleichen, und wieder nur einem Mittelwerte nach, auch die kinetische oder sichtbare Energie aller Planeten, Monde und der zum System gehörigen Kometen.

Würde die Entropie der Sonnenhülle abnehmen, dann müßte dieser Umstand auch die Entropie aller anderen Hüllen beeinflussen und sollten hiebei die kinetischen Energien aller um die Sonne schwimmenden Körper ungeschmälert erhalten bleiben, so könnte dies nur durch eine Annäherung an die Sonne geschehen, womit aber eigentlich auch eine ungeschmälerte Entropie aller Hüllen und nur ein Verdichtungsprozeß höherer Ordnung (in bezug auf den Raum um die Sonne) bedingt wäre.

Die Physik lehrt, daß bei einer Temperatur von — 273° C (absoluter Nullpunkt am Thermometer) die Atmosphärenhülle der Erde sich verflüssigen würde. Mit dem Erlöschen der Sonne würde sich also auch die Konstitution der Erde wesentlich geändert haben, ihre Bewegung in der gegenwärtigen Entfernung von der Sonne wäre nicht mehr denkbar.

Es ist nunmehr möglich, auch auf den Sturz der kosmischen Massen nach Newton und damit auf einen neuen Widerspruch im Prinzipe der Massenattraktionen zurückzukommen.

Ist die Materie unverwüstlich und unveränderlich, so sind es im allgemeinen auch die Massen und ihre Attraktionen, endlich auch die kinetischen Energien der Massen. Der Kosmos müßte seiner jetzigen Konstitution nach ewig bestehen. Das war aber weder ehedem der Fall, noch dürfte diese Konstitution des Kosmos für alle Ewigkeit bestehen. Damit tritt die Bedeutung der Konstitution jeder Sonne, eines jeden Planeten und Mondes klar vor Augen.

Von der Konstitution der kosmischen Körper ganz abgesehen, muß noch des Zustandes der Körper gedacht werden. Nach den Lehren der theoretischen Physik ist der Zustand eines Körpers bestimmt, wenn seine Temperatur, sein Volumen, seine Gestalt und die auf ihn wirkenden inneren und äußeren Kräfte bekannt sind, u. zw. wieder nur einem Mittelwerte nach. Man sieht, daß dieser Begriff so ganz auf alle kosmischen Körper und auf die früher entwickelten Bewegungstheorien übertragen werden kann. Er gehört der mechanischen Wärmetheorie an; die Temperaturen und die Volumen der einzelnen Hüllen sind aber nicht bekannt und deshalb wollen wir uns in die bezügliche Theorie nicht näher einlassen. Es genügt, bereits jenen Umstand angedeutet zu haben, auf welchen bisher alle vergaßen, welche die Bewegung aller Körper unseres Sonnensystems nicht durch das Prinzip der nicht bewiesenen Massenattraktionen, sondern durch die Energien des Äthers zu erklären unternahmen.

Jeder Körper, gleichgültig ob er fest, flüssig oder gasförmig ist, besitzt ein bestimmtes Volumen, Gewicht und eine bestimmte Temperatur. Denkt

man sich, der Einfachheit halber, den Körper kugelförmig, so werden dessen Molekeln in den einzelnen Schichten eine bestimmte Temperatur besitzen und unter irgend einem Druck stehen. Erhöht sich der Druck, unter dem die äußerste Schichte steht, oder wird aus dem Zentrum der Kugel Wärme durch dieselbe geleitet, so werden der Druck und die Temperatur in allen Schichten eine Änderung erfahren.

Setzt man den äußeren Druck auf den Körper und dessen Temperatur als konstant voraus, dann befindet sich der Körper in einem **stationären** Zustande. In diesem Zustande befindet sich, aber nur infolge einer eigentlich kaum merklichen Veränderung desselben, momentan auch das ganze Sonnensystem und scheinbar auch der Kosmos, in welchem eine Welt die andere trägt. Bei den Planeten und Monden schwankt dieser Zustand jedoch innerhalb sehr enger Grenzen und die Ursachen und Wirkungen dieser Schwankungen kommen nur in der exzentrischen oder oszillierenden Bewegung zum Ausdruck.

Bei Passierung des Periheliums empfängt jeder Planet einen Dreh- und Oszillationsimpuls. Dasselbe gilt für alle Monde.

Die Physik hat also einer natürlichen und streng wissenschaftlichen Erklärung und Begründung kosmodynamischer Vorgänge bereits in solcher Weise vorgearbeitet, daß sie nicht mehr auf das Prinzip der rein metaphysischen Massenattraktion angewiesen ist.

Für die Dynamik im Kosmos sind noch zwei Begriffe der Physik, nämlich die Flächengeschwindigkeit und die Flächendichte, von besonderem Belang.

Den ersteren Begriff, auch das Prinzip der Flächengeschwindigkeit genannt, hat schon Kepler mit seinem zweiten Gesetze begründet. Wenn nun auch die vom Vektor in der Zeiteinheit überstrichene Fläche nicht der wahre Ausdruck für die bezügliche geleistete mechanische Arbeit ist, so könnte man die Fläche f doch als einen Ausdruck für dieselbe ansehen, wenn man bei bekannter Masse des Planeten

$a . f = M R^2 \eta^2$ und mithin

$a = \frac{M R^2 \eta^2}{f}$ als Koeffizienten ermitteln würde, der eigentlich einen Dichtigkeitsfaktor, oder die Flächendichte der vom Vektor überstrichenen Fläche f darstellen würde.

Denkt man sich um eine Lichtquelle bestimmter Intensität in irgend einer Entfernung einen kugelförmigen Schirm gespannt und diesen sukzessive erweitert, so wird die auf die Flächeneinheit des Schirmes entfallende Lichtintensität im umgekehrten Verhältnis des Quadrates des Schirmhalbmessers stehen. Hinsichtlich der auf die Flächeneinheit des Schirmes entfallenden

Lichtintensität könnte man sich also wieder auf einen Dichtigkeitsfaktor und somit auf den eigentlichen Begriff der Flächendichte beziehen, wie dies in der Physik auch betreffs der auf einem kugelförmigen Kondensator angesammelten elektrischen Menge geschieht.

Das zweite Gesetz Keplers wurde bekanntlich auch noch dahin erweitert, daß die Physik lehrt, die vom Vektor in der Zeiteinheit überstrichenen gleichen Flächen setzen für eine solche Bewegung eine konstante Kraft als Bewegungsursache voraus.

Denkt man an den Äther- oder Lichtdruck, so ist es klar, daß für die Intensität desselben und für seine Wirkungen die dem Quadrate des Planetenhalbmessers proportionale Oberfläche nebst der Planetenmasse ins Gewicht fallen muß, u. zw. in solcher Weise, die mit dem dritten Gesetze Keplers gleichzeitig in vollem Einklange steht. Bezüglich der Erde und ihres Satelliten haben wir dies nachgewiesen.

Diese Betrachtung beleuchtet einerseits die Bedeutung der Gesetze Keplers, andererseits die bisher übliche Massenbestimmung der Planeten und Monde.

Man hätte gute Gründe dafür, auch in

$\frac{M}{d^2} = g$ in gewissem Sinne eine kosmische Zustandsgleichung

zu erblicken, die bisher aber nur aus dem Prinzipe der Massenattraktion hergeleitet wurde.

Die oben angeführte Gleichung bezieht sich unverkennbar auf das Prinzip der Flächenwirkung.

In der Gleichung

$\frac{M}{m} = \frac{g}{2}\sqrt{k} = \frac{g}{2}\sqrt{\frac{r^3 \mu^2}{d^3 \lambda^2}} = \frac{g}{2}\frac{r \mu}{d \lambda}\sqrt{\frac{r}{d}}$ kommt weder R

als mittlerer Vektor der Erdbahn noch η als mittlere Winkelgeschwindigkeit der Erde um die Sonne vor. Diese Bewegung ist aber für das Doppelgestirn eine gemeinsame und darum so viel wie ein Gleichungszustand. Dasselbe geht auch aus der Gleichung

25) $m R \nu = M r \sigma$ rücksichtlich der Präzession und Nutation hervor, die hienach auf eine innere Bewegung des Systems Erde-Mond zurückzuführen wären.

Hinsichtlich des zuvor berührten Prinzipes der Flächendichte und der Flächengeschwindigkeit läßt sich aber in dem Doppelgestirn Erde-Mond ein merkwürdiger Umstand hervorkehren. Bezeichnet Δ den Mondhalbmesser und teilt man die Ansicht, daß dieser letztere infolge mehrerer Umstände nicht gar so genau ermittelt sei, so wird man finden, daß man

$\frac{d}{\Delta} = \frac{T_1}{t_1} = n$ ansetzen kann, ohne von den als maßgebend an-

gesehenen Daten viel abzuweichen. Hierin, und selbst wenn dieses Verhältnis auch nur annähernd besteht, könnte auch der Grund für die eigentümliche Bewegung des Mondes um die Erde erblickt werden.

Vielleicht hat der Leser nunmehr wieder einige Anhaltspunkte dafür gewonnen, wie das Prinzip der Massenattraktion nur beirrt, verwirrt und in seiner äußerst beschränkten Anwendung nur den Glauben weckt, es seien mit demselben Probleme gelöst, während dieses Prinzip bei näherer und strengerer Analyse sich selbst als höchst prablematisch erweist.

Die Theorie über Zentralbewegung betrachtet nur die Bewegung materieller Punkte und nicht jene von Massen und sie wurde bereits allgemein beleuchtet. Keine dieser Theorien vermag die Bahnexzentrizität, die Hauptcharakteristik der Trajektorie, zu definieren oder höchstens nur scheinbar. Darin liegt ein großer Mangel der Theorie. Das Resultat aller Abhandlungen über Zentralbewegung geht auf das dritte Gesetz Keplers hinaus. Demzufolge werden auch daran anschließend die bezüglichen drei Gesetze Keplers für die Planetenbewegung angeführt, und zwar mit jener scheinbar großen Genugtuung, die dem leichtgläubigen Schüler vielleicht auch noch sagt: Wären diese Gesetze auch nicht durch Beobachtnng und Spekulation zu stande gekommen, man wäre zu denselben mittels des Prinzipes der Massenattraktionen oder mittels des Gravitationsgesetzes auch auf rein theoretischem Wege gelangt. Eine solche Ansicht besitzt aber nach allem nicht die mindeste Berechtigung, ob für die Zentralbewegung von der früher angeführten Kraftfunktion oder von der Polargleichung der Ellipse und dem zweiten (nicht aber auch vom ersten) Satze des Gravitationsgesetzes ausgegangen wird.

Ist die Bahn und die Bewegungsintensität einer Masse bekannt, so lehren die Analysis und theoretische Physik auch die Intensität der bewegenden Kraft bestimmen. Man versuche dies einmal betreffs der Zentralbewegung der Planeten und die Mangelhaftigkeit, Einseitigkeit und Ohnmacht dieser Theorie tritt sofort klar vor Augen; die Bewegung der Kometen mit ungeschlossenen Bahnen bleibt trotz ihrer analytischen Behandlung dennoch ein großes Rätsel.

Für die Erde und den Mond ist bewiesen worden, daß die Bahnexzentrizitäten keinesfalls rein zufällige Größen sind, nachdem

$$\frac{r\,\tau^2}{R\left(\frac{\Theta}{n}\right)^2} = \frac{g}{2}$$ gefunden wurde.

In den anderen sekundären Systemen besteht diese Relation, wenigstens scheinbar, nicht. Diese Systeme sind aber einerseits komplizierter, andererseits

seits dürfte die Schwere (g) auf den übrigen Planeten doch nicht mit voller Sicherheit und Genauigkeit bekannt sein. Diese Ansicht beruht auf Untersuchungen, natürlich auf Grund bestimmter astronomischer Daten.

Für die Erde und den Mond ist auch

$\frac{\delta^2 \eta^2}{\Theta^2 \mu^2} = n^2$ und danach wäre zu schließen, daß die Verhältnisse

in jedem sekundären System etwas anders liegen, obschon sie auf einem einheitlichen Prinzipe beruhen müssen. Um dies zu verstehen und gleichzeitig zu beweisen, möge nur daran erinnert werden, daß der Mond, rund genommen, nur 60 Erdhalbmesser von der Erde entfernt ist, woraus sich bei dem nicht unerheblichen Verhältnis der Nutationsradien X_e und X_m für gewisse Größen eine wesentlich andere Messungsbasis ergibt als für die oberen Planeten und deren Monde, indem die Bewegungen dieser Planeten und Monde gleichsam nach einer einheitlichen Perspektive gemessen werden.

Bezeichnet:

v die mittlere Bahngeschwindigkeit,

p den Atmosphärendruck auf die Flächeneinheit (Quadratmeter)

g_x den Lichtdruck oder die Ätherdichte,

$R\,\eta^2$ die mittlere Zentripetalbeschleunignng für irgend einen Planeten und rechnet man hiebei alle Größen in Meter, beziehungsweise für die Zeitsekunde, so ist unverkennbar und somit im Prinzipe für

$$1)\quad \overbrace{\frac{R\,\eta^2}{g_x\,p} = \frac{M\,R\,\Theta^2}{m\,r\,\tau^2} = \frac{\delta^2}{\tau^2}}^{\text{Erde}}\quad \overbrace{\frac{R\,\eta^2}{g_x\,p} = \frac{360}{\Theta}}^{\text{Mars}}\quad \overbrace{\frac{R\,\eta^2}{g_x\,p} = \frac{360}{\Theta}}^{\text{Jupiter}},\ \text{ebenso}$$

wahrscheinlich für Saturn, wobei auch Θ jedesmal die Bahnexzentrizität des betreffenden Planeten vorstellt und in Hinsicht auf die für den ganzen Raum gleiche Lichtgeschwindigkeit V_x in Meter ausnahmslos, also auch für die Erde,

$$2)\quad p = \frac{V_x}{v}$$

gesetzt wird. **Wird durch diese Relation**, **wie es den Anschein hat, der auf die Flächeneinheit des Planeten ausgeübte Atmosphärendruck definiert, so ist aus den zuvor angeführten Relationen auch die Bahnexzentriztät eines jeden der genannten Planeten durch**

$$3)\quad \Theta = \frac{360 \,.\, g_x\, p}{R\,\eta^2} = \frac{360 \,.\, g_x\, V_x}{v \,.\, R\,\eta^2}$$

ausgedrückt. Durch Substitution ergeben sich noch weitere Transformationen dieser Relation.

Für die Erde findet man zudem noch:

$$4)\begin{cases}\dfrac{d\lambda^2 R\eta^2}{g^2}=\dfrac{R\eta^2\tau^2}{r\mu^2\Theta^2}=\dfrac{X_e^2\sigma}{X_m^2\nu}\\[2ex] \dfrac{\tau^4}{\Theta^4}=\dfrac{g X_e^2\sigma}{2X_m^2\nu}\quad\text{und}\\[2ex] \dfrac{r\mu^2}{R\eta^2}\,\dfrac{\tau^2}{\Theta^2}=\dfrac{g}{2}.\end{cases}$$

Aus allen Gleichungen geht nun erneuert hervor, ein wie wichtiges Bahnelement die Exzentrizität der Planetenbahnen namentlich in Ansehung der Licht- und Bahngeschwindigkeit und der mittleren Zentripetalbeschleunigung ist.

Wegen

$$5)\ R^2\eta^2=\frac{360.g_x p}{E}$$ ist die mittlere Energie der Masseneinheit eines Planeten in seiner Bahn durch die maßgebenden Elemente, in gewissem Sinne auch durch die Konstitution des Planeten und Äthers, definiert.

Wenn die Astronomie die von H. Struve bereits angebahnten und bekanntlich höchst schwierigen Beobachtungen betreffs der Drehung der Bahnapsiden in den sekundären Systemen (der oberen Planeten) genau festgestellt haben wird, weil, wie schon betont, hierin das Prinzip der Massenbeschleunigung — eigentlich jenes der Schwere nach dem Archimedischen Prinzipe hinsichtlich der Energien des Äthers — liegt, wenn die inneren Bewegungen der erwähnten Systeme fast genau so zutreffend ermittelt sein werden wie jene im System Erde-Mond (Nutationsbewegung der Erde und des Mondes), dann dürfte es sich, wie bereits nahezu an Hand der bisherigen bezüglichen Daten, herausstellen, daß in den sekundären Systemen der oberen Planeten neben dem dritten Gesetze Keplers noch ein zweites allgemein giltiges Gesetz bestehen dürfte. Die Bewegung der beiden unteren Planeten ist aber infolge der wahren Bewegung der Erde und der Nähe dieser Planeten von bestimmten parallaktischen Einflüssen nicht frei, desgleichen auch jene des Mars. Bezeichnen Θ und τ wieder die Bahnexzentrizitäten oder Exzentrizitätswinkel, δ die Drehung der Bahnapside eines Mondes während eines siderischen Umlaufes um den Planeten, so dürfte allgemein die Relation

$$\frac{360}{\Theta}=\left(\frac{\delta}{\tau}\right)^6$$ bestehen, während für das bloß binäre System Erde-Mond.

$$\frac{\delta}{\Theta} = n^2 = \left(\frac{T_s}{t_s}\right)^2$$ gefunden wurde.

Zieht man in letzterer Beziehung nur sekundliche Bewegungen in Betracht, ist also

$$\frac{\delta}{t_s\, 86400} = \mathfrak{d}_{11} \text{ und } \frac{\Theta}{T_s . 86400} = \mathfrak{o}_{11}, \text{ so ist}$$

$$\frac{m\, r\, \mathfrak{d}_{11}^2}{M\, R\, \mathfrak{o}_{11}^2} = n^2 \text{ und } \left(\frac{\mathfrak{d}_{11}}{\mathfrak{o}_{11}}\right)^2 = n^6.$$

Der eben erwähnte Umstand und die Basierung der Planetentheorie auf die, wie man doch annehmen muß, für den ganzen Raum des Sonnensystems — ja selbst auch für den Kosmos — erwiesene gleiche oder konstante Lichtgeschwindigkeit dürften ganz wesentliche Anhaltspunkte hinsichtlich einer vollständigen Klärung mancher interessanter Probleme der Astronomie und Physik und namentlich betreffs der großen Harmonie dieser beiden Wissenschaften bieten.

Wir haben uns stets begnügt, in dieser unserer Abhandlung das Verhältnis der Philosophie zu den Naturwissenschaften, so weit als nötig, bloß anzudeuten und die daraus zu ziehenden Schlußfolgerungen dem Intellekt des Lesers zu überlassen. Wenn wir nun nochmals hierauf zurückkommen, so geschieht dies bloß einer kleinen Bemerkung halber.

Die heutige Philosophie kann über jene der Griechen nicht ruhig hinweggehen, denn sie hat letztere als vorbildlich zu ihrer Grundlage gewählt. Schon für Parmenides (515 v. Ch.) war „Sein und Denken ein und dasselbe", womit eine These formuliert wurde, der man in Descartes' Ausspruch: „cogito, ergo sum" im Grunde genommen wieder begegnet. Sowohl Parmenides wie auch viele andere griechische Philosophen entwickelten ihre Ansichten über das Werden und Entstehen und wenn wir in dieser Hinsicht nur den Kosmos ins Auge fassen wollen, so können wir in den Lehren der griechischen Philosophen gar manche Ideen finden, die unseren heutigen Anschauungen über kosmologische Fragen nicht völlig fremd gegenüberstehen. Auch hierauf wollen wir nicht näher eingehen, denn die Anschauungen der alten Philosophen waren doch zu allgemein und unbestimmt. Und selbst später, als die alexandrinische Schule Algebra und Geometrie auf eine bereits hohe Stufe der Entwicklung brachte, war ein wesentlicher Wandel in den kosmologischen Ansichten ausgeschlossen, nachdem es weder eine Theorie über Dynamik noch irgend welche Prinzipien gab, die mit der Zeit zu irgend einer solchen Theorie führen konnten. Die Ansätze hiezu lassen sich allerdings in der Heuristik Archimedes' erkennen, allein diese letztere geriet in Vergessen-

heit, um erst sehr spät wieder aufgenommen zu werden. Wir haben dies durch manche Betrachtungen hinreichend angedeutet und wenn wir in Hinsicht auf hellenischen Geist, hellenisches Wissen und Können wie überhaupt in Hinsicht auf hellenische Kultur einen Vergleich ziehen und diesen nicht philosophisch, sondern vom Standpunkte der Naturwissenschaft kennzeichnen wollten, so liegt das Wesen dieses Unterschiedes nur in den Prinzipien über Dynamik. Diese Prinzipien gehen uns bekanntlich bereits ziemlich an die Nerven, auf denselben sind aber unsere wichtigsten und größten geistigen Errungenschaften, Entdeckungen, Erfindungen und Fortschritte aufgebaut. Sehen wir von der mechanischen Wärmetheorie und von der kinetischen Theorie der Gase ab, dann können wir etwa auch noch sagen: Magnetismus, Elektrizität, Wärme und Licht, ganz besonders aber die Optik, beruhen auf der Dynamik des Äthers und die astronomische Dynamik auf jener des Weltäthers. Und in solcher Weise würden wir über ein bislang bloß hypothetisches Medium weit mehr wissen als über manche sichtbare und greifbare Dinge.







